

“MEDICIÓN VARIABILIDAD DE PESO EN LOS SACOS DE CEMENTOS ARGOS
- PLANTA VALLE S.A.”

MARÍA JIMENA CALDERÓN GARCIA

UNIVERSIDAD AUTONAMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2007

“MEDICIÓN VARIABILIDAD DE PESO EN LOS SACOS DE CEMENTOS ARGOS
- PLANTA VALLE S.A.”

MARÍA JIMENA CALDERÓN GARCIA

Pasantía para optar el título de
Ingeniero Industrial

Director
LUIS A. GARZON
Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2007

Nota de Aceptación:

Aprobado por el comité de grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Industrial.

Ing. JAIRO A. LOZANO

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Santiago de Cali, 3 de agosto de 2007

AGRADECIMIENTOS

Este es un acontecimiento muy especial en mi vida, el cual me llena de inmensa satisfacción y grandes expectativas para afrontar los grandes retos que se avecinan. Han sido muchos años de esfuerzo y dedicación, que ahora han llegado a su fin cerrando una etapa e iniciando una nueva.

¡Y qué mejor manera de iniciarla sino es agradeciendo antes a quienes tanto aportaron al logro de esta meta!. Porque si algo aprendí en todo este proceso académico, es que ver y sentir el apoyo de los demás es una de las fuerzas que motivan a todo ser humano a no rendirse y a seguir perseverando hasta el final.

Le agradezco este logro a todas las personas e instituciones que me extendieron su mano para que hoy me haya convertido en una profesional de la Ingeniería Industrial. Y me siento obligada a hacer énfasis en quienes han sido determinantes para que este objetivo que me tracé hace 6 años, hoy esté alcanzado.

A mi hijo Andrés Felipe Ospina Calderón, a quien le entrego todo mi amor y a quien deseo dejarle este logro en mi vida como un ejemplo de esfuerzo, constancia y perseverancia por conquistar las metas. Hijo, este esfuerzo es una enseñanza de vida que enriquece aún más mi logro, mi conquista, la cual me obligó a sacrificar muchos momentos lindos del día a día, pero que ha valido la pena. Todo en la vida se puede lograr si tienes fe en lo que haces y entendiendo que los valores mas importantes de una persona son los que inician en casa, tomando las experiencias y logros de los demás como espejos de vida para ser mejores personas, lo que nos permite tener verdades claras e ideas que nos lleven al crecimiento y que nos motiven para luchar con alegría y amor por lo que queremos lograr en nuestras vidas.

Mis más sinceros agradecimientos a Cementos Argos S.A., especialmente a las personas de la planta Valle, por su colaboración, confianza y aporte. Destaco con gran cariño a los Ingenieros Víctor Manuel Lizarralde, Carlos H. Aramburo y Emilio Garcés, quienes a través de sus acciones, ejemplo y sabiduría, me transmitieron ideas, criterios y mucha retroalimentación en diversos temas que hoy enriquecen mis conocimientos y que han sido valiosos para mi desarrollo académico y laboral.

A la Universidad Autónoma de Occidente, que durante mucho tiempo ha sido mi casa académica: un profundo sentimiento de gratitud. A través de sus profesores, instalaciones y algunos ajustes de la carrera, hicieron posible la realización de

este gran paso, convirtiéndome en uno de sus estudiantes integrales, claves para el éxito de nuestro país.

Reitero mis agradecimientos y dedicación a todos, prometiéndoles que haré mi mejor esfuerzo para que esta nueva etapa que estoy iniciando sea más exitosa que la que culmino. A todos mil gracias y que Dios los bendiga.

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	16
1. JUSTIFICACIÓN	17
2. OBJETIVO GENERAL	18
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. MARCO TEÓRICO	19
3.1. P.H.V.A	19
3.2. SEIS SIGMA	20
3.3. SIMULACIÓN MONTE CARLO	21
4. PROCESO PRODUCTIVO	22
4.1. PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO.	22
4.2. PROCESO DE EMPAQUE	26
4.3. EL PROCESO EN LA ENSACADORA	28
4.3.1. Ensacadoras	29
4.3.2. Control de Peso	32
4.3.3. Transporte	32
4.4. PRODUCTO TERMINADO	34
5. DETERMINACIÓN DE OPORTUNIDADES EN LAS VARIACIONES	35

5.1. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES PRESENTADAS EN CADA PROBLEMA CRÍTICO	35
5.1.1. Variabilidad del peso según boquilla	37
5.2. DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES DEL PESO (KG) SEGÚN TURNO	40
5.3. ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN DE PESO (KG) EN LOS SACOS POR PERDIDA EN BOQUILLA	41
5.3.1. Análisis de la distribución de pérdida de cemento por boquilla vs máquina	42
5.3.2. Análisis de costos en cemento por pérdida en las boquilla	43
5.3.3. Análisis de costos en cemento por pérdida en las Boquilla vs ensacadora	44
5.4. PROMEDIOS POR MES Y BOQUILLA DE LOS PESOS (KG)	45
5.4.1. Ensacadora 3	45
5.4.2. Ensacadora 4	46
5.4.3. Ensacadora 5	47
5.5. ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN DE PESO EN LOS SACOS DE CEMENTO POR PÉRDIDA MENSUAL	47
5.5.1. Análisis de la distribución de perdida de cemento por mes vs maquina	48
5.5.2. Análisis de costos en cemento por pérdida mensual	50
5.5.3. Análisis de costos en cemento por pérdida mensual vs ensacadora	51
5.6. DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PARA EL PROCESO DE CALIBRACIÓN DE LLENADO DE LOS SACOS DE CEMENTO SEGÚN MAQUINA.	52
5.6.1. Análisis de la dispersión de datos antes y después de calibración ensacadora 3	52
5.6.2. Análisis de la dispersión de datos antes y después de calibración ensacadora 4	54

5.6.3. Análisis de la dispersión de datos antes y después de calibración ensacadora 5	56
5.6.4. Distribución de los promedios totales para cada ensacadora, antes y después de calibración	57
5.7. PRONÓSTICOS POR BOQUILLA	58
5.7.1. Pronósticos por boquilla Ensacadora 3	58
5.7.2. Pronósticos por boquilla Ensacadora 4	59
5.7.3. Pronósticos por boquilla Ensacadora 5	59
6. IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS POTENCIALES	60
6.1. IDENTIFICAR LAS CAUSAS ESPECIALES.	60
6.2. DETERMINAR EL FACTOR GENERADOR DE LA CAUSA ESPECIALES	60
7. CONCLUSIONES	62
8. RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	65

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Control propiedades físicas del cemento

26

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Esquema del Proceso del Cemento.	24
Figura 2. Diagrama de Flujo Proceso Productivo	25
Figura 3. Alimentación y Extracción de silos	27
Figura 4. Distribución de la Maquina Ensacadora	28
Figura 5. Distribución del equipo - Ensacadora 3 y 4	29
Figura 6. Distribución del equipo - Ensacadoras 5	30
Figura 7. Despacho	33
Figura 8. Diagrama acción equipo no conforme	72

LISTA DE GRAFICAS

	Pag.
Grafica 1. Variabilidad de peso por ensacadora	36
Grafica 2. Distribución de cajas - peso por ensacadora	37
Grafica 3. Variabilidad de peso según boquilla- ensacadora 3	38
Grafica 4. Variabilidad de peso según boquilla- ensacadora 4	39
Grafica 5. Variabilidad de peso según boquilla- ensacadora 5	39
Grafica 6. Diagrama de cajas y bigotes de peso según turno	40
Grafica 7. Gráfico de control: peso	40
Grafica 8. Distribución de peso (sacos) por pérdida en boquilla	42
Grafica 9. Distribución de peso por pérdida en boquilla vs maquina	43
Grafica 10. Costos de los sacos por pérdida por boquilla	44
Grafica 11. Costos de sacos por pérdida por boquilla vs ensacadora	45
Grafica 12. Gráfico promedio mes vs boquilla ensacadora 3	46
Grafica 13. Gráfico promedio mes vs boquilla ensacadora 4	46
Grafica 14. Gráfico promedio mes vs boquilla ensacadora 5	47
Grafica 15. Distribución de peso (sacos) por perdida mensual	48
Grafica 16. Distribución de peso por perdida mensual vs maquina	49
Grafica 17. Costos de los sacos por pérdida por mes	50
Grafica 18. Costos de los sacos por pérdida por mensual vs ensacadora	51
Grafica 19. Gráfico dispersión datos ensacadora 3	53
Grafica 20. Gráfico dispersión datos ensacadora 4	55

Grafica 21. Gráfico dispersión datos ensacadora 5	56
Grafica 22. Gráfico dispersión promedio de datos ensacadoras	58
Grafica 23. Pronostico por boquilla ensacadora 3	58
Grafica 24. Pronostico por boquilla ensacadora 4	59
Grafica 25. Pronostico por boquilla ensacadora 5	59

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Resolución 16379 del 18 de junio de 2003	66
Anexo 2. Certificados de calibración de la báscula	73
Anexo 3. Protocolo para la calibración de balanzas y basculas	77
Anexo 4. Carta modelo para aceptación de dirección de Proyectos de grado.	79

GLOSARIO

BLAINE: Esta determinación consiste en hacer pasar a través de una capa de cemento de porosidad definida, la velocidad del paso de aire es función de la superficie (tamaño) de las partículas.

RESUMEN

Este trabajo presenta una visión sobre el estudio de las variables cuantitativas que se presentan con énfasis en la variabilidad de peso en los sacos de cemento del proceso como una herramienta para el Director de Molienda y Despacho.

Explorando cada una de las mediciones realizadas en las ensacadoras, permite la construcción de una distribución que aporta a la creación de indicadores de control y la intuición administrativa en el proceso.

Las variables en los sacos de cemento representadas generan resultados analizados que determinan las causas o factores con mayor incidencia. En particular, hago hincapié en la continuación del modelo de dispersión y distribución de peso, es una concepción estadística, que podrá proveer un valioso acervo de información para la dirección del área.

INTRODUCCION

En un mercado exigente y competitivo, la calidad, el mejoramiento del producto y la satisfacción del cliente son factores motores que nos permiten mejorar la atención de nuestros clientes.

Este trabajo de investigación se desarrolla en el sector operativo del área de ensacadoras de la empresa Cementos Argos S.A. – Planta Valle, donde se evaluará la medición en la variabilidad del peso de los sacos de cemento en la presentación de 50kg.

Se busca el aseguramiento de la calidad que es lo permitido por la resolución del estado N° 16379 de junio 18 de 2003., ofreciendo confianza en el cumplimiento de los requisitos implementados en la compañía minimizando la variabilidad de los pesos de los sacos, analizando cada uno de los aspecto como sacos con mayor volumen, sacos con menor volumen en peso con un rango de fluctuación entre 49.5kg y 50.5kg.

Se define como una propuesta ordenada de acciones para una reducción de la magnitud del problema que esta afectando la organización empresarial. Esta propuesta debe cumplir con las políticas y lineamientos exigidos por Cementos Argos S.A., se establecerá un procedimiento para evaluar la medición de los sacos en cada una de las empacadoras por boquilla, las cuales mostraran que tan conveniente puede ser su realización y en que medida se puede lograr minimizar el problema.

Una variabilidad del peso alto trae como consecuencia problemas de control de calidad y pérdida de dinero para la empresa.

1. JUSTIFICACION

Este proyecto tiene una viabilidad amplia a desarrollar dentro de la empresa Cementos Argos S.A. – planta Valle por su estrategia de mejoramiento continuo del producto y la satisfacción de sus clientes.

Los beneficios obtenidos por cementos Argos S.A., son:

- Posicionamiento en el mercado con productos de buena calidad que cumpla con las normas.
- Poseer un control estadístico e indicadores que nos muestren la medición del peso, para evaluar el comportamiento de cada una de las boquillas en las empacadoras.
- Permite un mejor control sobre los resultados de los mantenimientos y calibración de empacadoras.
- Se podrá cuantificar la cantidad de cemento que será reprocesado por no cumplir con la norma de peso.
- Cuantificar el valor monetario de los sacos fuera de norma.
- Lograr la eficiencia y eficacia de las maquinas que permitirán minimizar el error por peso y dar confiabilidad.

2. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio que permita determinar las causas de la variabilidad del peso de los sacos empacados en Cementos Argos - Planta Valle.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnostico de los factores que inciden en la variabilidad de los sacos.
- Cumplir con la norma gubernamental de acuerdo a la resolución N° 16379 de junio 18 de 2003.
- Analizar las variabilidades presentadas con el sistema de empaque.

3. MARCO TEORICO

3.1 P.H.V.A.

Ciclo P.H.V.A. (Planear, Hacer, Verificar, Actuar). El P.H.V.A. es una concepción gerencial que dinamiza la relación entre el hombre y los procesos y busca controlarlos con base en el establecimiento, mantenimiento y mejora de los estándares, tarea que se adelanta mediante la definición de especificaciones de proyectos (estándares de calidad), especificaciones técnicas de proceso y procedimientos de operación. Este ciclo ayuda de manera efectiva a adoptar y monitorear los procesos de una empresa, siempre y cuando se constituya en un procedimiento sin fin, es decir, que se planea, se toma una acción, se verifica si

Los resultados eran los esperados y se actúe sobre dichos resultados para volver a iniciar el ciclo.

El PHVA forma parte del Kaizen, nombre que popularizó Masaaki Imai, sobre el milagro japonés de los 70 y en la versión americana del Control Total de la Calidad TCQ de Armand Feingembaun.

El Control de Calidad Total (TQC) que se empieza a acuñar a partir de Kaoru Ishikawa, nos llega últimamente con las siglas del TQM, en donde el "management", se traduce como "gestión" por la influencia española en los comités de ISO sobre el uso del castellano.

Según nos cuentan personas que estuvieron en Japón para la aprobación de la norma del 2000, los japoneses se opusieron a utilizar el término PHVA en la norma, principalmente porque ni ésta misma está estructurada bajo este ciclo, lo que sí sucede con la ISO 14001 para la gestión ambiental. A nuestro entender toda la cláusula 5.6 debería estar al final de la norma para cerrar el ciclo. La norma de vocabulario ISO 9000 no menciona el ciclo, ni tampoco, la ISO 9004, y esto que es una norma para mejorar la eficiencia por medio de la mejora continua. Ni siquiera el Handbook for Small Business a Junio del 2001, aclara la utilización de tan importante instrumento. Tenían razón los japoneses.

3.2 SEIS SIGMA

El 6 Sigma es una herramienta estadística que sirve para incrementar la calidad en cualquier proceso productivo que se basa en datos para eliminar los defectos en cualquier proceso.

Una medida estadística del nivel de desempeño de un proceso o producto.

Un objetivo de lograr casi la perfección mediante la mejora del desempeño.

Un sistema de dirección para lograr un liderazgo duradero en el negocio y un desempeño de primer nivel en un ámbito global.

Seis Sigma, es un enfoque revolucionario de gestión que mide y mejora la Calidad, ha llegado a ser un método de referencia para, al mismo tiempo, satisfacer las necesidades de los clientes y lograrlo con niveles próximos a la perfección.

Dicho en pocas palabras, es un método, basado en datos, para llevar la Calidad hasta niveles próximos a la perfección, diferente de otros enfoques ya que también corrige los problemas antes de que se presenten. Más específicamente se trata de un esfuerzo disciplinado para examinar los procesos repetitivos de las empresas.

La representación estadística de 6 Sigma describe cuantitativamente cómo un proceso se está realizando. Para alcanzar el estándar 6 Sigma, un proceso no debe producir más de 3.4 defectos por millón de eventos.

Un defecto se define como cualquier cosa fuera de especificaciones del cliente. Un evento es entonces la cantidad total de ocasiones para un defecto.

El objetivo fundamental de la metodología del 6 Sigma es la puesta en práctica de una estrategia basada en mediciones que se centre en la mejora de proceso con la aplicación de proyectos de la mejora de 6 Sigma . Esto se logra con el uso de dos metodologías secundarias de 6 Sigma: DMAIC y DMADV.

DMAIC (por las siglas en ingles de define, mida, analice, mejore, controle) es un sistema de mejora para los procesos existentes que quedan por debajo de la especificación y que buscan una mejora incremental.

DMADV (por las siglas en ingles de defina, mida, analice, diseñe, verifique) es un sistema de mejora usado para desarrollar nuevos procesos o de otros procesos relacionados.

3.3 SIMULACIÓN MONTE CARLO

Es la construcción de un dispositivo experimental, o simulador que actuará como el sistema de interés en ciertos aspectos importantes de una manera rápida y redituable.

El objetivo consiste en crear un entorno en el cual se pueda obtener información sobre posibles acciones alternativas a través de la experimentación. El uso de la simulación es fundamental parra muchos experimentos aplicados.

Simulación vs optimización

- En un modelo de optimización, los valores de las variables de decisión son resultados. Esto es, el modelo proporciona un conjunto de valores para las variables de decisión que maximiza (o minimiza) el valor de la función objetivo.
- En un modelo de simulación, los valores de las variables de decisión son entradas. El modelo evalúa la función objetivo en relación con un conjunto particular de valores.

4. PROCESO PRODUCTIVO

4.1. PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO

i. Minería

Exploración

Antes de la explotación de la mina se realiza previa investigación geológica en la que se evalúan tanto la cantidad, como la calidad de las reservas, para esto se realiza un diseño de mallas en el terreno, seleccionando los bancos a explorar y el equipo necesario para realizar esta labor.

Explotación

Se realiza explotación a cielo abierto en bancos de 10 metros de altura. Se generan rocas de un tamaño máximo de 1 m³, las cuales son transportadas por cargadores frontales y volquetas de gran tamaño.

ii. Trituración

Las volquetas llevan las rocas hasta la trituradora primaria, donde su tamaño es reducido hasta un promedio de 5,0 pulgadas. Posteriormente el material se pasa a la trituración secundaria donde se lleva la roca hasta 19 mm. (3/4 pulg.). El polvo producido durante la trituración se controla con sistemas de nebulización de agua.

iii. Molienda Primaria

Las partículas de 19 mm se someten a una nueva reducción de tamaño, en molinos cilíndricos con cuerpos molidores esféricos de acero en su interior que golpean el material hasta llevarlo a 0.3 mm de diámetro, se adiciona agua formando una pasta que se deposita en tanques de homogenización.

iv. Bombeo

La pasta se envía desde la planta Calera ubicada en el corregimiento de Mulalo, hasta la fábrica que se encuentra en Yumbo en el sector de Puerto Isaac, esto se hace a través de tuberías llamadas Pastoductos. El impulso de la pasta se realiza con bombas de pistón.

v. Preparación De La Pasta

La pasta llega a la fábrica y es almacenada en cuatro tanques de sedimentación llamadas balsas o espesadores, allí la pasta se deja reposar para eliminar parte del agua, luego se pasa a los molinos secundarios, donde se rectifica el tamaño de la partícula para garantizar un tamaño final de 0.3 mm. con el fin de optimizar su proceso de cocción o calcinación.

vi. Clinkerización

La pasta preparada pasa a los hornos rotatorios, tubulares, horizontales y levemente inclinados, donde se realiza la clinkerización o calcinación del material llevándolo gradualmente hasta una 1450°C, temperatura en la cual ya se han realizado las reacciones químicas necesarias para obtener los componentes del clinker. El horno tiene un recubrimiento interno de ladrillo refractario que evita su deterioro por el calor. Para el control de emisión de partículas al ambiente, se usan filtros electrostáticos en las chimeneas, los cuales tienen una eficiencia del 99,9 %.

vii. Molienda del cemento

El clinker se somete a una última molienda la cual se realiza en molinos con cuerpos moledores esféricos de acero, allí se mezcla con yeso para controlar el fraguado y con adiciones para proporcionar manejabilidad a las mezclas. En los molinos se cuenta con filtros colectores de polvo y separadores de alta eficiencia que permiten la elaboración de cementos especiales.

Los cementos principales que produce cementos argos planta valle son:

Cemento Pórtland Tipo I

Es el más utilizado en nuestro medio, no se le exigen propiedades especiales, se utiliza en obras de concreto en general como: en la construcción de viviendas, pisos, cubiertas, tanques etc.

Cemento Pórtland Tipo 1M

Es un cemento al cual no se le exigen propiedades especiales pero debe dar resistencias muy por encima de las del cemento Pórtland tipo I.

Cemento Pórtland Tipo II

Este cemento tiene una moderada liberación de calor cuando reacciona con el agua y también tiene moderada resistencia al ataque del azufre o compuestos de éste presente en las aguas y el aire. Se utiliza para la construcción de canales de drenaje de aguas subterráneas, plantas de tratamientos de aguas residuales industriales y públicas, alcantarillados y estructuras de masa considerable, como muros de contención, silos de almacenamiento de materiales.

Cemento Pórtland Tipo III

Se caracteriza por que desarrolla altas resistencias a temprana edad. Se utiliza en estructuras en donde se requiere quitar las formaletas de soporte de carga tan pronto como sea posible o cuando la estructura debe ponerse al servicio rápidamente, utilizado generalmente en la industria de elementos prefabricados de concreto, túneles, puentes, aeropuertos, escenarios deportivos etc.

Es el que desarrolla bajo calor de hidratación, se usa en la construcción de represas hidroeléctricas.

Se caracteriza por desarrollar alta resistencia al ataque del azufre o compuestos de éste presentes en el aire y el agua, útil para obras que se encuentran en contacto con el ambiente marino.

Después de la molienda, el cemento pasa a ser almacenado temporalmente en silos, los cuales alimentan a las ensacadoras conformadas por máquinas rotatorias automáticas, una vez empacado, se carga y despacha en camiones con plataforma. El cemento también se despacha a granel en vehículos cisternas especiales para este transporte.

Figura 1. Esquema del Proceso del Cemento.

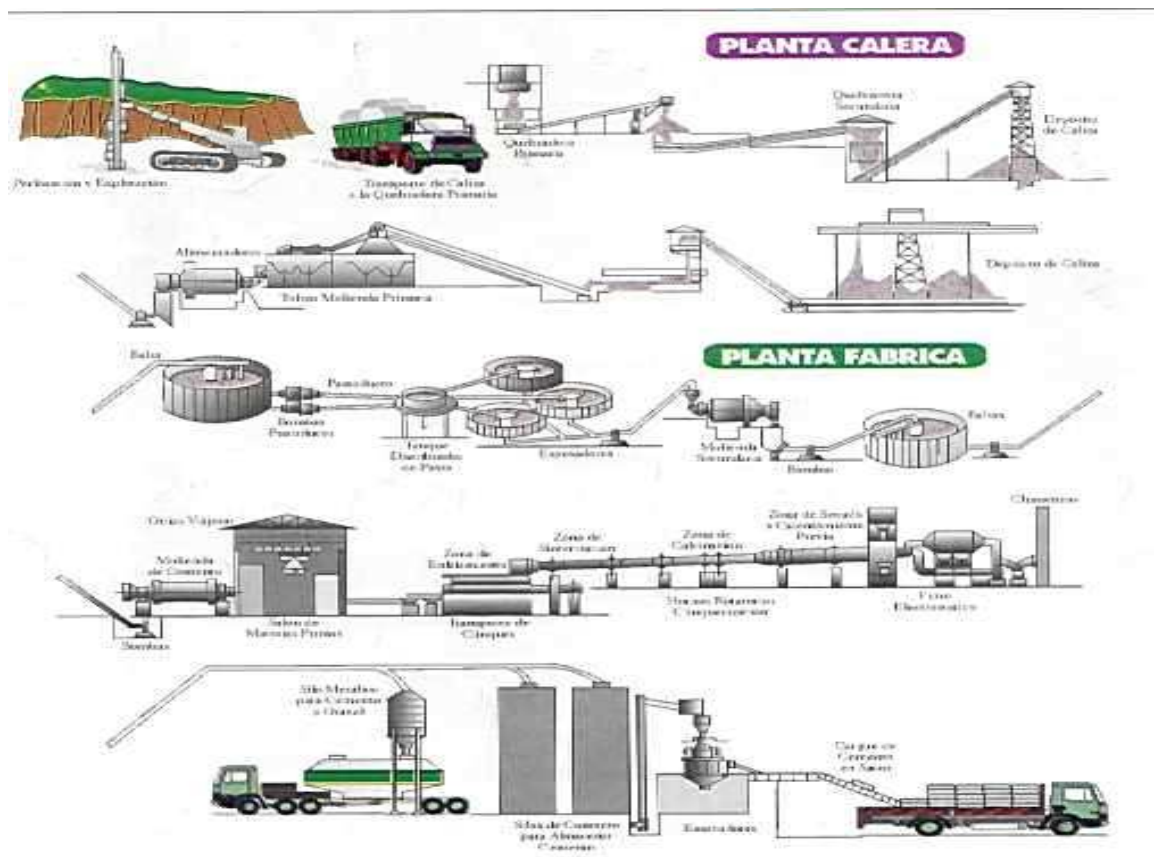
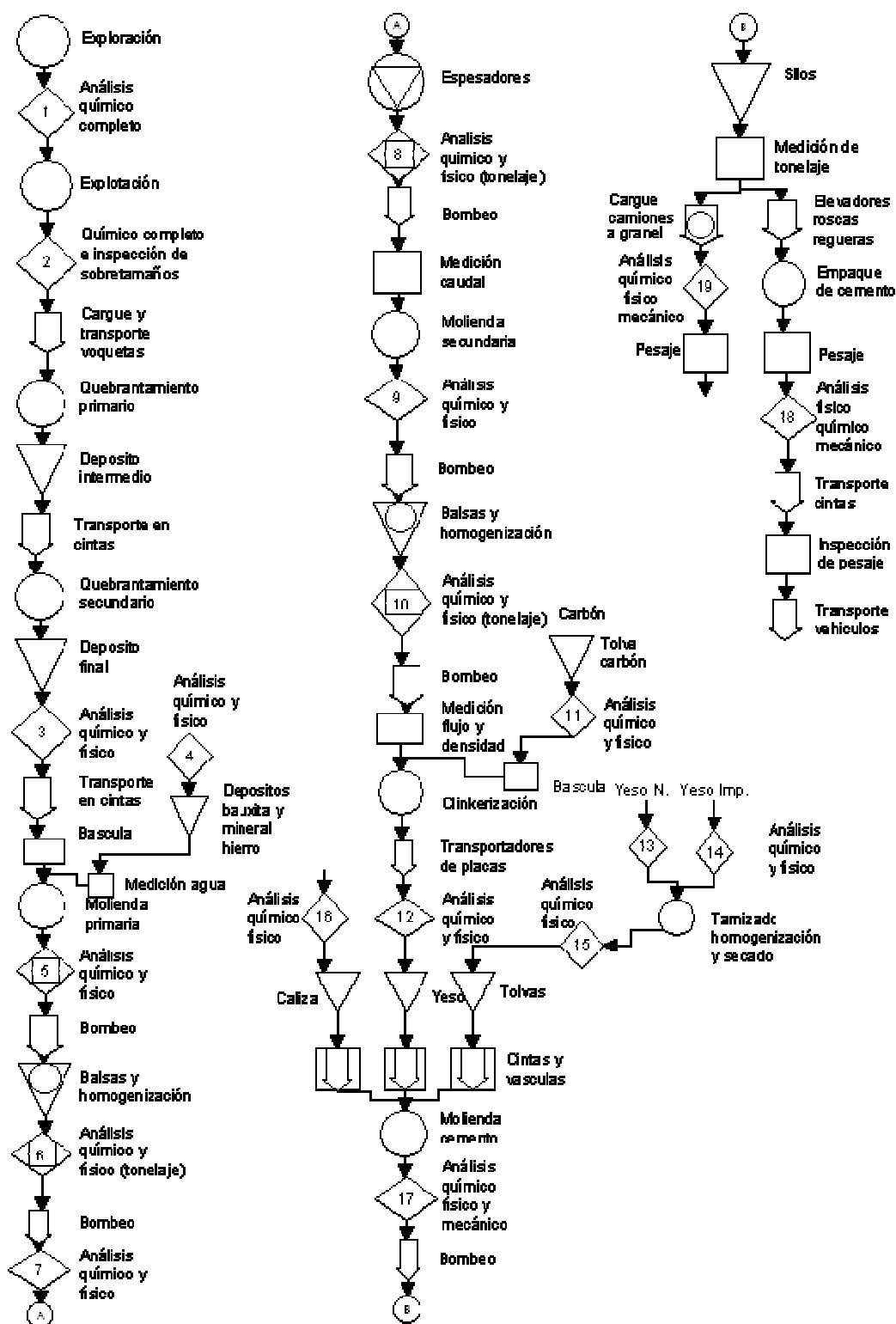


Figura 2. Diagrama de Flujo Proceso Productivo.



En el cemento se controlan propiedades físicas tales como:

Tabla 1. Control propiedades físicas del cemento

PROPIEDAD	IMPORTANCIA	PARAMETRO DE CONTROL
FINURA	El cemento solo se puede fraguar si se muele finamente, influye en la resistencia del producto	Blaine R-325 R-200
ESTABILIDAD	El cemento de acuerdo a su composición puede ser expansible produciendo fisuras, dilatación e inestabilidad en las estructuras	Expansión en autoclave
RESISTENCIA	El cemento al estar en contacto con el agua adquiere resistencia a la compresión, la cual incrementa con el tiempo	Resistencia a la compresión
VELOCIDAD DE FRAGUADO	El cemento con el agua debe adquirir una consistencia inicial y un endurecimiento final en un tiempo específico	Principio y fin Fraguado

4.2. PROCESO DE EMPAQUE

El proceso se inicia con la extracción de cemento de los silos donde se encuentran almacenados, esta extracción se genera desde el cuarto de control conocido como área de bombeo, allí el operario direcciona la alimentación de cemento a las ensacadoras a trabajar .

El operador de bombas realiza el paso de llenado de los silos hacia las maquinas de acuerdo a la programación de despacho, generando control de la operación que se registra en el formato “control operación bombeo ensacadoras”, es un control de disponibilidad de los equipos hacia el transporte por las regueras.

Todo el proceso es automatizado por el cual se da una instrucción de enrutamiento de silos con las ensacadoras dependiendo del material a despachar, cuando se activa la rosca que transporta el cemento, esta lo deposita por medio de las regueras, cuyo transporte se hace a través de una cámara de aire siendo impulsado por los sopladores que son fuentes de presión de aire para el paso de cemento por la reguera y con válvulas que ayudan en la transportación a través de los elevadores cayendo a la tolva de alimentación de la maquina.

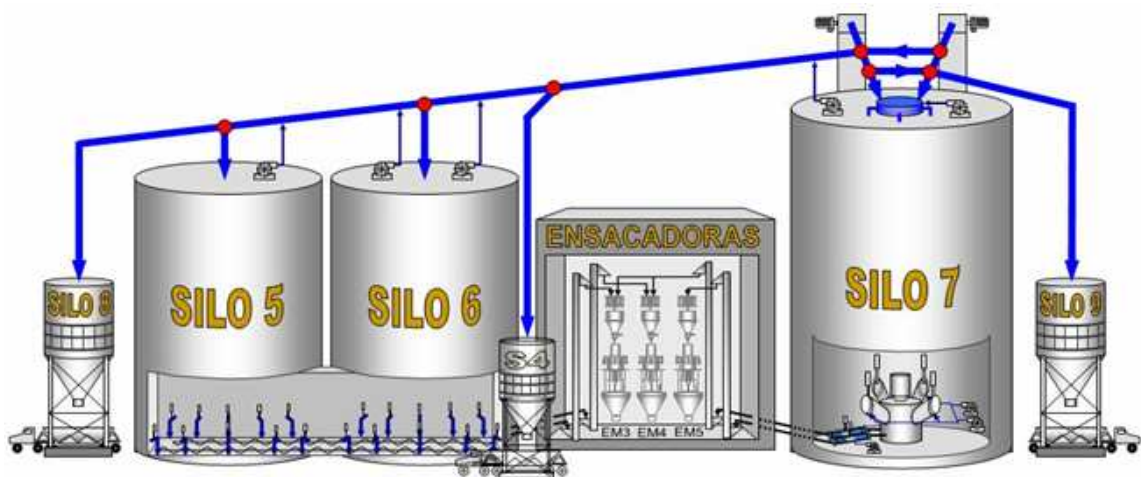
Las características físicas del cemento varían de acuerdo a la finura del Blaine; cuando el cemento sube por el elevador caen al tamiz donde le quitan las impurezas al cemento y luego pasa a la tolva de alimentación.

Cuando realizan este proceso de limpieza de impurezas se genera polución donde es adsorbida por el sistema de despolvamiento que genera la separación de partículas muy finas las cuales los atrapa el sistema (sistema despolvamiento) y expulsa al medio las partículas no contaminantes.

Pasa a los tanques de alimentación a las maquinas que son controladas por sensores de llenado, los cuales regulariza la alimentación en cada una de las maquinas, pero al faltar cemento se prende una alarma en la consola de bombeo indicando al operario la falta de material o problemas mecánicos en el proceso.

Paso siguiente cae a la tolva de alimentación donde se transporta a través regueras que caen a una pre-tolva pequeña de la maquina.

Figura 3. Alimentación y Extracción de silos



4.3. EL PROCESO EN LA ENSACADORA

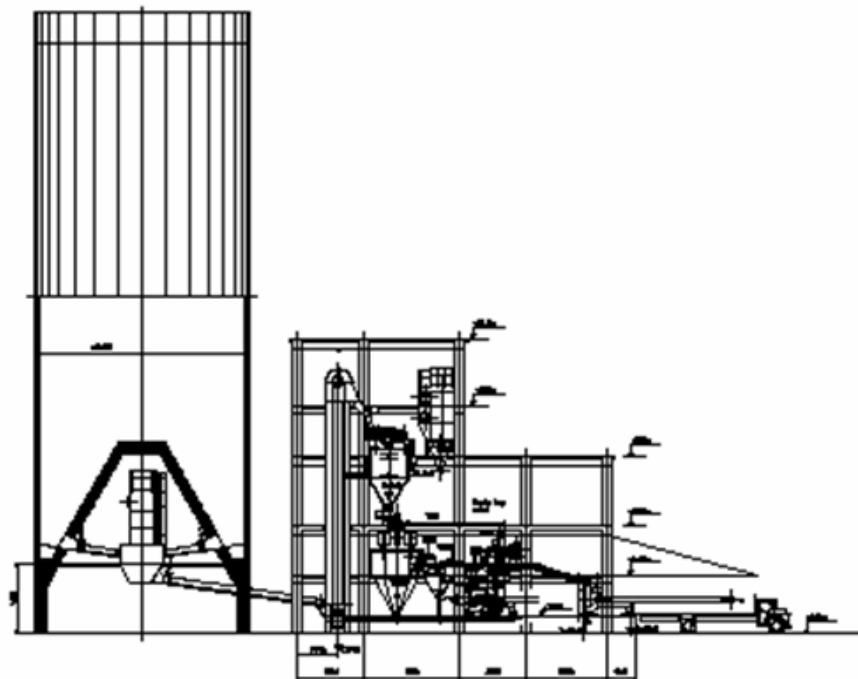
Se inicia desde el requerimiento de producción el cual se valida entre el ingeniero de producción de despacho y el personal de logística despacho.

Dependiendo de la disponibilidad de las remisiones de pedidos generadas en el sistema se define con cuantas ensacadoras operar. Con el resultado obtenido se genera el ciclo de operación de 2 o 3 maquinas.

Las ensacadoras 3 y 4 tienen control de llenado por contrapesas para garantizar el peso final del saco lo cual obliga a un trabajo permanente de calibración mecánica del sistema con lo cual la capacidad real se ve disminuida.

La ensacadora 5 tiene en cada una de sus 8 boquillas un procesador electrónico que ajusta el peso del saco de acuerdo con los parámetros de calidad ajustados.

Figura 4. Distribución de la Maquina Ensacadora



4.3.1. Ensacadoras. Cementos Argos S.A. - Planta Valle cuenta en la actualidad con tres máquinas ensacadoras para su proceso de despacho:

Ensacadora 3 :

Marca FLS, casa matriz Dinamarca

Modelo EH100

Capacidad 1500 sacos de 50kg por hora

Boquillas 12

Ensacadora 4 :

Marca FLS, casa matriz Dinamarca

Modelo EH200

Capacidad 1700 sacos de 50kg por hora

Boquillas 12

Ensacadora 5 :

Marca HAVER, casa matriz Alemania

Modelo EM1000

Capacidad 2000 sacos de 50kg por hora

Boquillas 8

Figura 5. Distribución del equipo - Ensacadoras 3

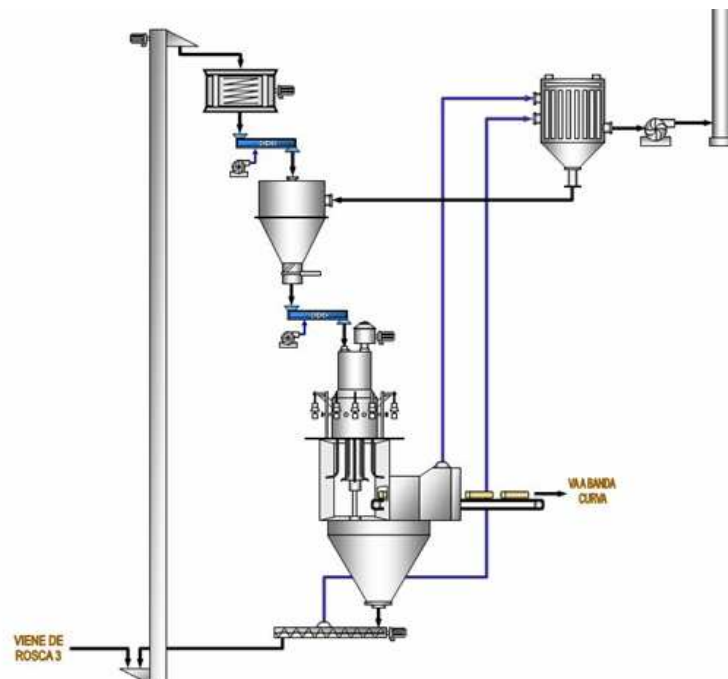
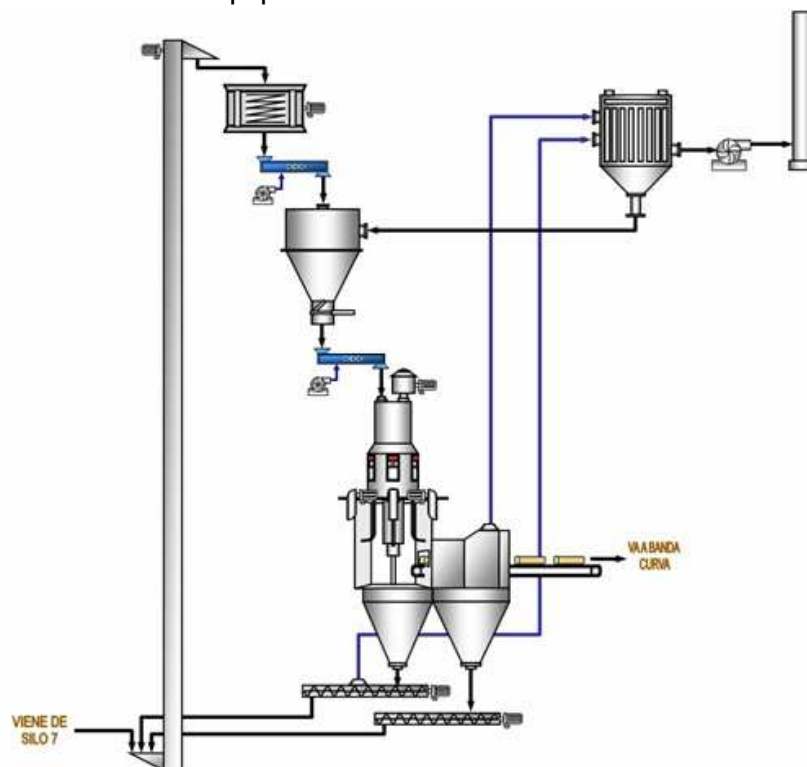


Figura 6. Distribución del equipo - Ensacadora 5



Descripción Operativa de la Ensacadora 3; consta de 12 boquillas las cuales trabajan en forma rotatoria en el sentido de las manecillas del reloj, las cuales son operadas manualmente la alimentación del saco a la maquina.

Su capacidad máxima es de 75 t/h, lo que corresponde a aprox. 1500 sacos de 50 kg de cemento Pórtland.

La ensacadora 3 cuando no tiene suficiente carga de cemento en la tolva la forma de avisar es a través de la boquilla cuando expulsa el saco sale un chorro permanente, esto debido a que es una maquina de primera generación por tal motivo es mas manual que automática.

La velocidad de la maquina se encuentra calibrada en 10rpm, tiempo en el cual cada boquilla debe lanzar un bulto de 50kg.

La ensacadora puede envasar sacos de una capacidad de 25 a 50kg. El peso de los sacos envasados depende del tamaño de las pesas de la tara (12) elegidas.

Cuando el blaine es alto, hay que disminuirle la velocidad a la maquina y el saco comienza a salir con menor peso, caso contrario cuando el blaine es menor, el

saco sale con mayor peso, por lo motivos anteriores se debe calibrar la ensacadora, cuando se presenta variación en el blaine.

La ensacadora rotativa RU de 12 boquillas recibe el cemento desde el tanque de alimentación de la pre-tolva

En la tolva de alimentación, el cemento es fluidizado, una válvula activada por vía neumática asegura por medio de un piloto automático o sensor de llenado, garantizando un nivel constante y equitativo en el recipiente de la ensacadora.

El eje vertical del recipiente de la ensacadora esta suspendido en un rodamiento a bolas de empuje y es guiado por dos rodamientos de rodillos.

El recipiente de la ensacadora lleva incorporado un dispositivo agitador estacionario. En el fondo del recipiente de la ensacadora se añade aire comprimido para la fluidificación del cemento.

La ensacadora es accionada a través de un reductor de velocidad y de una transmisión helicoidal por un motor eléctrico regulable de 1.5 cv.

Descripción Operativa de la Ensacadora 4; Tiene 12 boquillas que se alimentan manualmente; el operador de la maquina por ser esta manual tiene almacenado arrumes hasta de 200 paquetes armados en paquetes de 20 bolsas.

El tanque tiene una válvula neumática que regula la caída del cemento hacia la maquina.

Al no tener la maquina suficiente cemento gira 2 hasta 3 giros donde se presenta asiento en el llenado.

Si la finura del blaine es alta, hay que disminuirle la velocidad a la maquina y el saco comienza a salir con menor peso, caso contrario cuando el blaine es menor, el saco sale con mayor peso, por lo motivos anteriores se debe calibrar la ensacadora, cuando se presenta variación en el blaine

Cuando presenta variabilidad en el blaine es generado por la molienda de cemento influyendo en el pesaje del saco.

La ensacadora 4 lleva el saco y no lo a completado no lo tira hasta que completa 50kg.

Su capacidad máxima es de 85 t/h, lo que corresponde a aprox. 1700 sacos de 50 kg de cemento Pórtland.

La ensacadora flux RU-12 es una maquina combinada para pesar y envasar materiales pulverulentos. Su exactitud en el peso satisface totalmente las diferentes exigencias impuestas por las autoridades de todos los países.

Sólo exige los servicios de un hombre para colocar los sacos. Todas las funciones siguientes son automáticas.

Descripción Operativa de la Ensacadora 5; Compuesta por 8 basculas automáticas, teniendo la particularidad de que se pueden colocar de 200 a 500 sacos en un sistema de alimentación llamado radimack, el cual permite la rotación de los sacos hacia la maquina los cuales son inyectados directamente al emboquillado mediante una bomba de succión, donde tiene una lona que toma el saco y dispara la válvula que esta calibrada 50kg.

Su capacidad máxima es de 100 t/h, lo que corresponde a aprox. 2000 sacos de 50 kg de cemento Pórtland.

4.3.2. Control de peso. Las maquinas 3 y 4 como poseen 12 boquillas, se les hace control de peso a cada una de ellas verificando este peso mediante una bascula certificada que se encuentra en el área de producción.

Los operarios verifican el peso con el mecánico encargado del área, evaluado los resultados se procede a calibrar las boquillas que presenten mayor o menor peso de la norma de especificación estipulada en la compañía.

La calibración que se hacen a las boquillas si el resultado es de menor peso, se le colocan arandelas y si el resultado es contrario se le quitarían las arandelas para lograr graduar el peso especificado.

Ubicación en la banda los sacos 1 al 12 y comienza el pesaje, cuando el pesaje es mayor o menor se despacha el producto por la pluma se llena el formato de control de peso sacos para calibrar maquina, logrando que la maquina no despache por menor peso.

Para la ensacadora 5 a pesar de ser automática, se realiza verificación de cada uno de las 8 boquillas en bascula certificada, para garantizar el estricto control de peso.

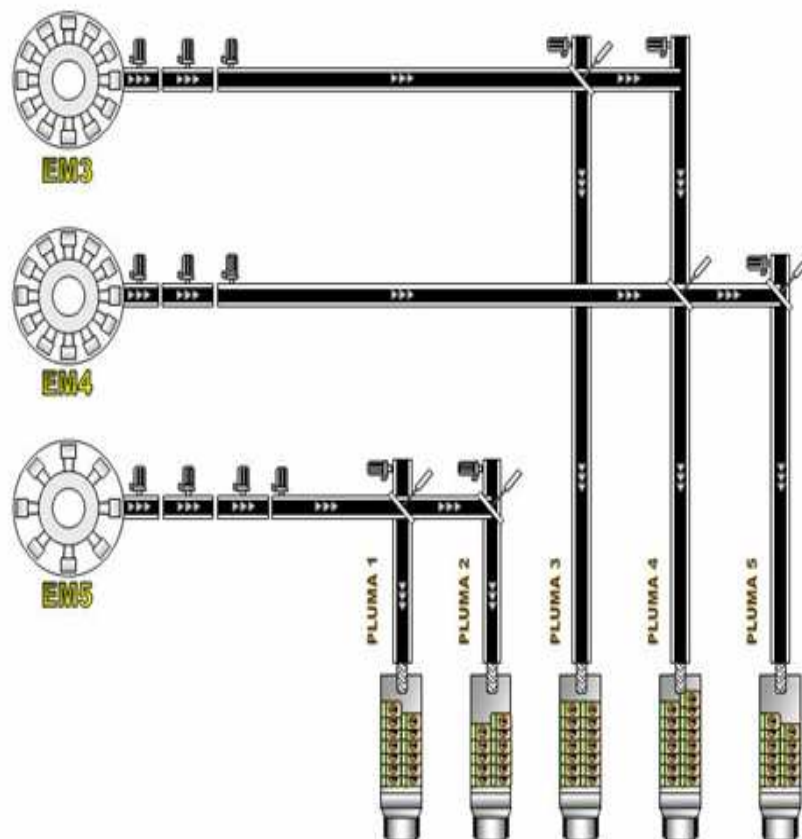
4.3.3. Transporte. Se realiza a través de la bandas transportadoras que trasladan los bultos de cementos desde la empacadora bajando por la pluma que alimenta los carros de cargue de cemento, posteriormente se dirigen a la bascula camionera para validar el numero de saco y el peso de acuerdo a la remisión de cargue.

Los carros que transportan el cemento vienen dimensionados para transportar 200, 300, 500 y 700 sacos por vehiculo.

Todos los camioneros deben parar en un área determinada para verificar el numero de sacos que llevan, si se dan cuenta de un error en mayor o menor numero de sacos debe regresar al área de cargue para normalizar, sino se dan cuenta de este error y es detectado en el área de despacho se tomara las respectivas sanciones.

La bascula camionera que se encuentra ubicada en el área de despacho, Su calibración y verificación se realiza cada mes y medio.

Figura 7. Despacho



4.4. PRODUCTO TERMINADO

Distribución : Para garantizar la distribución del producto y sin contratiempos, la empresa previamente somete su parte automotor que esta representada por otra de sus filiales (Logitrans S.A..) para mantenimientos preventivos y correctivos de acuerdo al estado del vehiculo, cada uno de ellos es registrado por una hoja de vida del mantenimiento realizado que controla y supervisa el estado de este. Siendo este proceso vital para la distribución y entrega del producto a tiempo.

Punto de venta: Son supervisados y controlados por el departamento de Gestión comercial quienes son los vigilantes de que el producto este almacenado en partes no húmedas y que el cliente quien es la persona consumidora se encuentre satisfecha del producto. Estos puntos de venta esta situados estratégicamente en todo el país, tanto en ciudades grandes como pequeñas para abarcar el mercado en todos sus niveles por ejemplo (amas de casa, constructores pequeños, constructoras, empresas, ferreterías, etc)

5. DETERMINACIÓN DE OPORTUNIDADES EN LAS VARIACIONES.

5.1. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES PRESENTADAS EN CADA PROBLEMA CRÍTICO.

El análisis realizado a las ensacadoras 3, 4 y 5 generan una variabilidad representada de la siguiente forma:

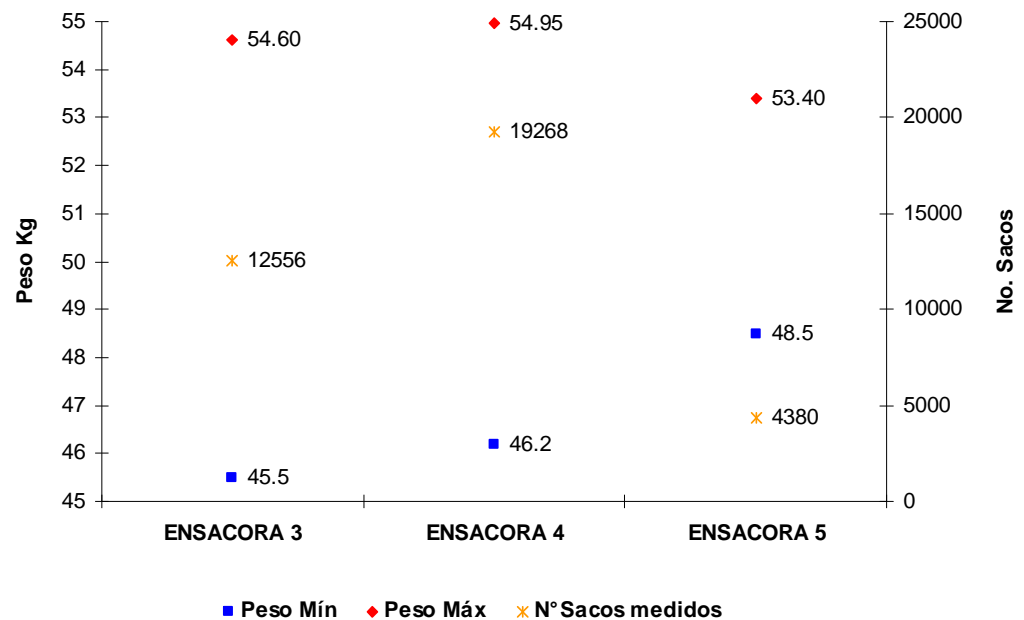
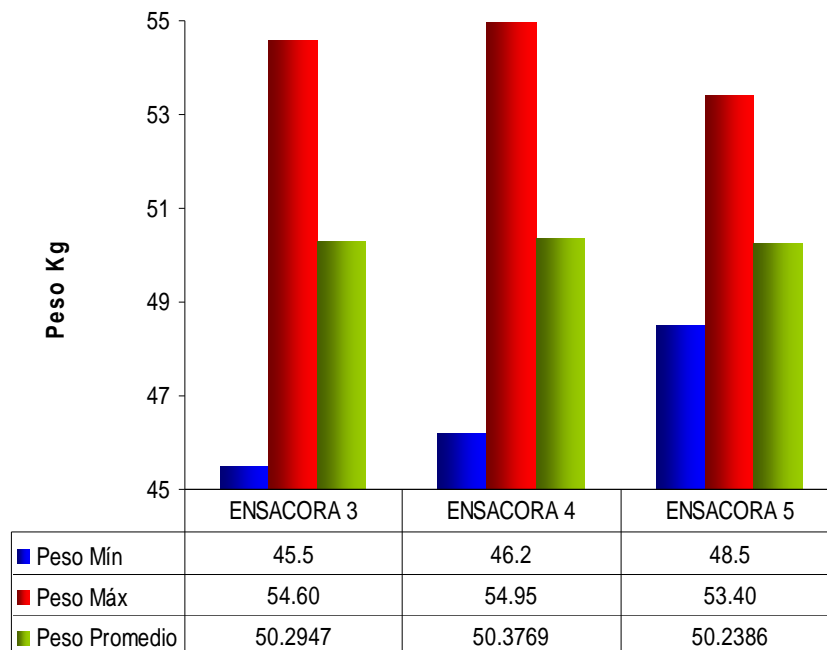
Ensacadora 3. Su variabilidad en peso esta representada con base a la muestra de 12556 sacos mostrando un rango de peso entre 45.5 kg y 54.6 kg, los cuales se encuentran representados en la alimentación a la ensacadora generando pesos bajos y altos en el proceso de su alistamiento para llenado de sacos al inicio de cada turno; también por las variaciones constantes del contenido del blaine en el cemento.

Ensacadora 4. Su variabilidad en peso esta representada con base a la muestra de 19268 sacos mostrando un rango de peso entre 46.2 kg y 54.95 kg, esta representada por el cambio de llenado tipo de cemento al pasar de despachar cemento tipo I a cemento tipo marino, cuyas características del blaine son diferentes.

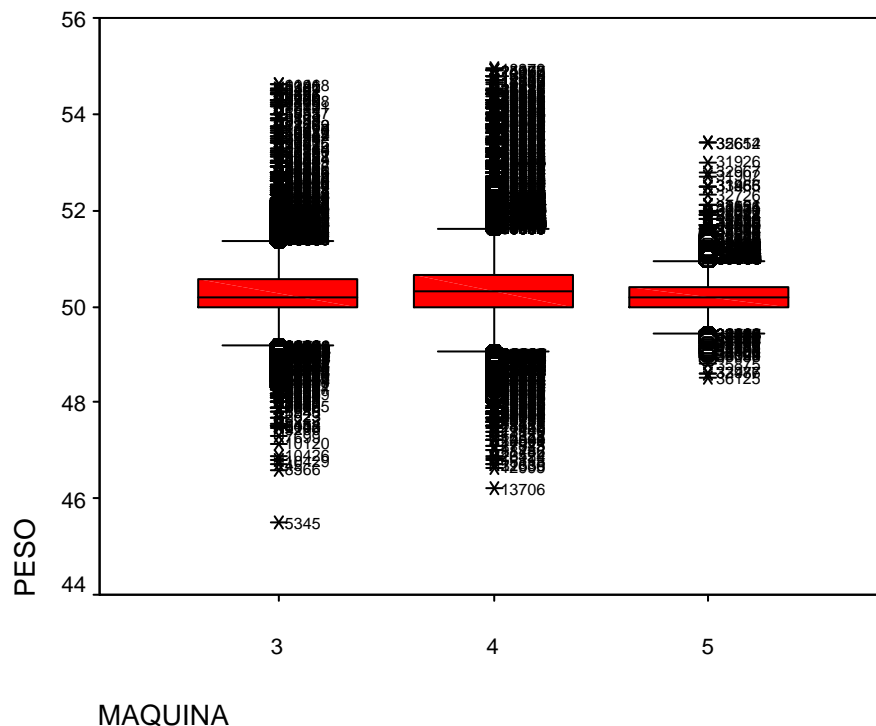
El cemento tipo I trabaja con un blaine de 4000 a 4500 y el cemento marino con un blaine entre 3000 y 3600.

Ensacadora 5. Su variabilidad en peso esta representada con base a la muestra de 4380 sacos mostrando un rango de peso entre 48.5 kg y 53.40 kg, esta ensacadora en su comportamiento es constante y su fluctuación varia por el blaine.

Grafica 1. Variabilidad de peso por ensacadora



Grafica 2. Distribución de cajas - peso por ensacadora

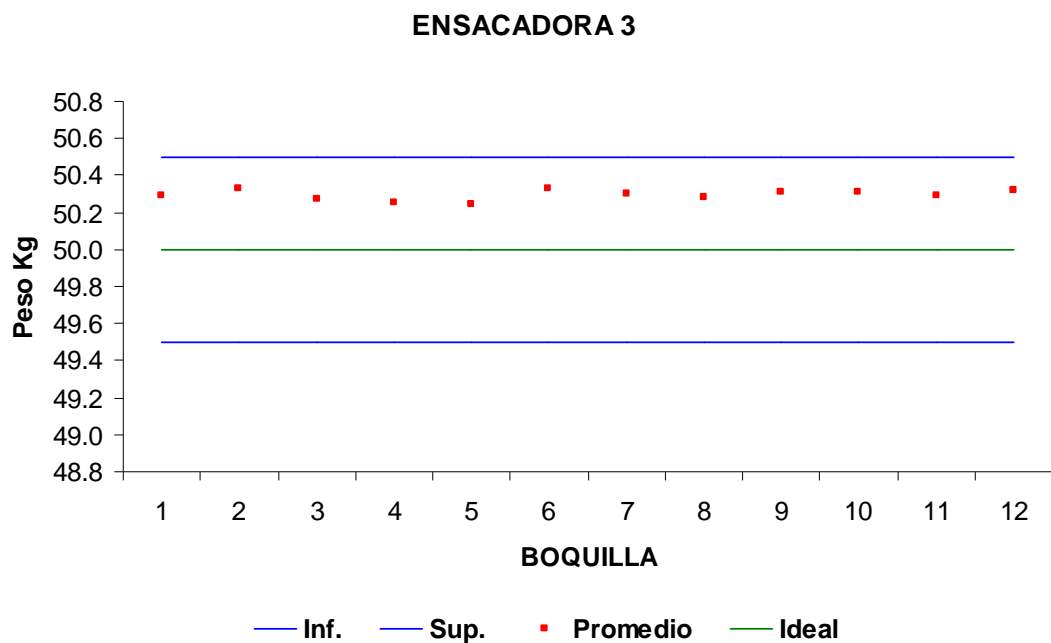


Se observa que en la maquina 4 se presenta mas variación y mayor peso en los sacos que en las demás maquinas (3 y 5). El grafico presenta el rango intercuartilico (la línea del medio de la caja representa la mediana - 50% de los datos), los datos con * y un numero indican valores de sacos por fuera del rango; es decir que estos se consideran atípicos con base en las mediciones obtenidas en la muestra.

5.1.1. Variabilidad del Peso según Boquilla. Para hallar esta variabilidad se analizaron más de 1000 datos en promedio por boquilla, lo que arroja un número bastante significativo para el análisis de los resultados.

Ensacadora 3 : Nos muestra una variabilidad uniforme con respecto a la media, es de anotar que en las boquillas 2 y 9 presenta una desviación significativa del 0.7%, debido al sistema de llenado por medio de las boquillas, es de anotar que la ensacadora presenta error en el sistema de llenado propiciando el no dar una vuelta adicional para el llenado en el saco de cemento.

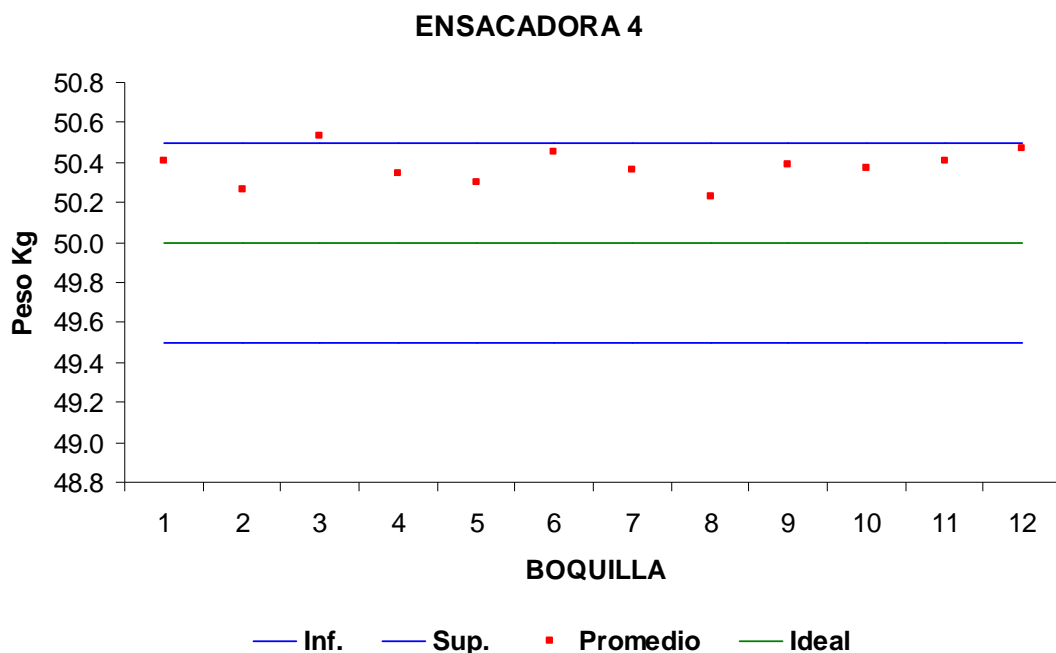
Grafica 3. Variabilidad de peso según boquilla- ensacadora 3



Ensacadora 4 : Nos presenta una mayor variación con respecto a la media, debido al manejo de dos tipos de cemento en esta ensacadora, lo que repercute en el peso debido a las variaciones de blaine.

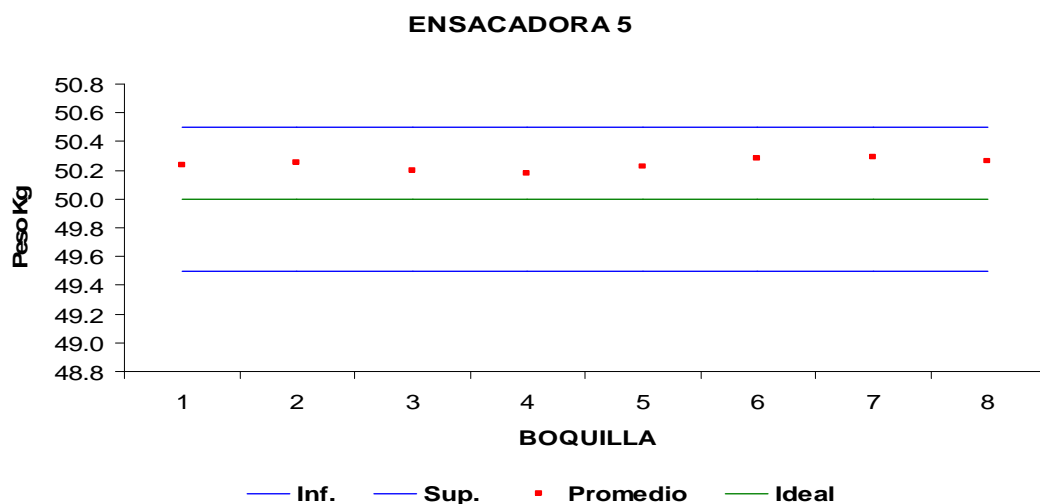
De acuerdo a nuestra grafica se observa que las boquilla 3 se encuentra fuera del limite superior con una desviación del 0.94%, siendo la boquilla que mas datos arroja fuera de rango especificado.

Grafica 4. Variabilidad de peso según boquilla- ensacadora 4



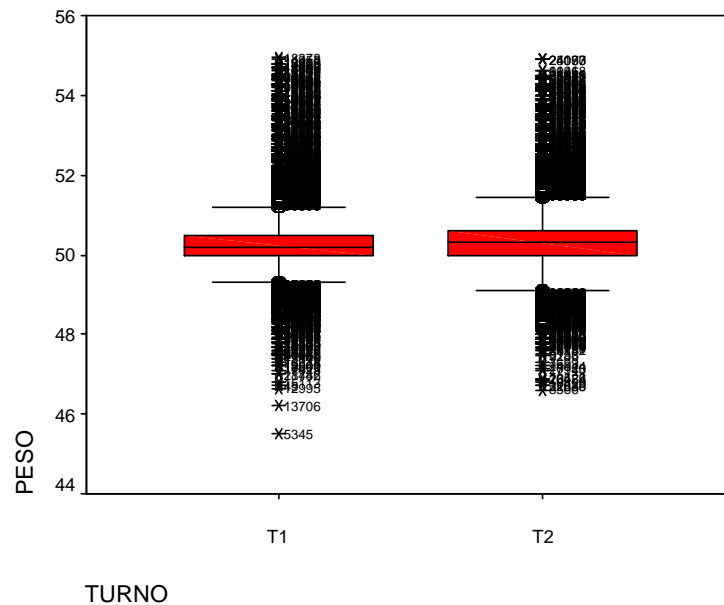
Ensacadora 5 : En la ensacadora 5 es el equipo con mejor rendimiento y mejor estabilidad de peso en los sacos de cemento, su variabilidad con respecto a la media es mínima y no significativa, es muy estable con respecto a los límites de la norma.

Grafica 5. Variabilidad de peso según boquilla- ensacadora 5



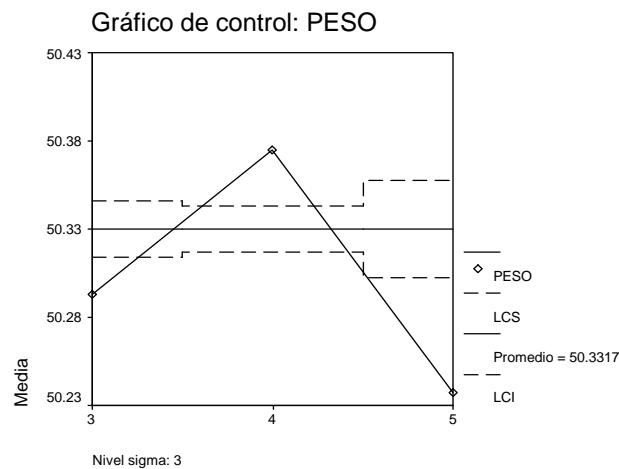
5.2. DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES DEL PESO (KG) SEGÚN TURNO

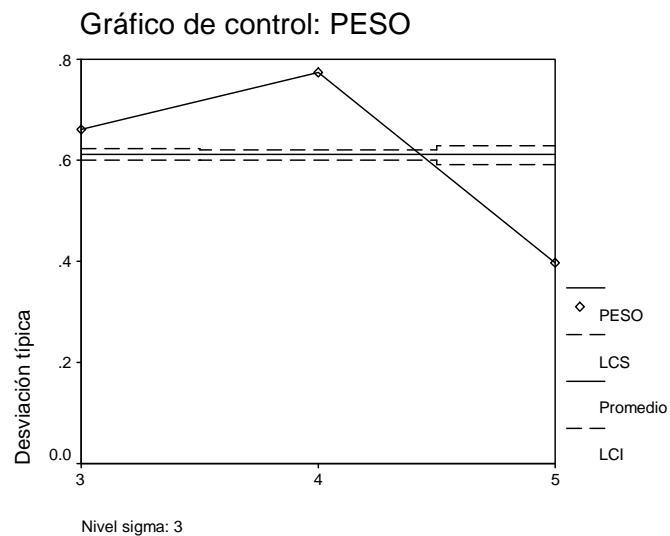
Grafica 6. Diagrama de cajas y bigotes de peso según turno



Se observa que en el turno 2 se presenta mas variación y mayor peso en los sacos que en el turno 1. El grafico presenta medidas una medida de tendencia central (mediana) y una de dispersión (rango intercuartilico) para dos categorías (turno) que corresponde a la distribución de todas las mediciones realizadas durante enero de 2005 a septiembre de 2006. un total de 36204 mediciones.

Grafica 7. Gráfico de control: peso





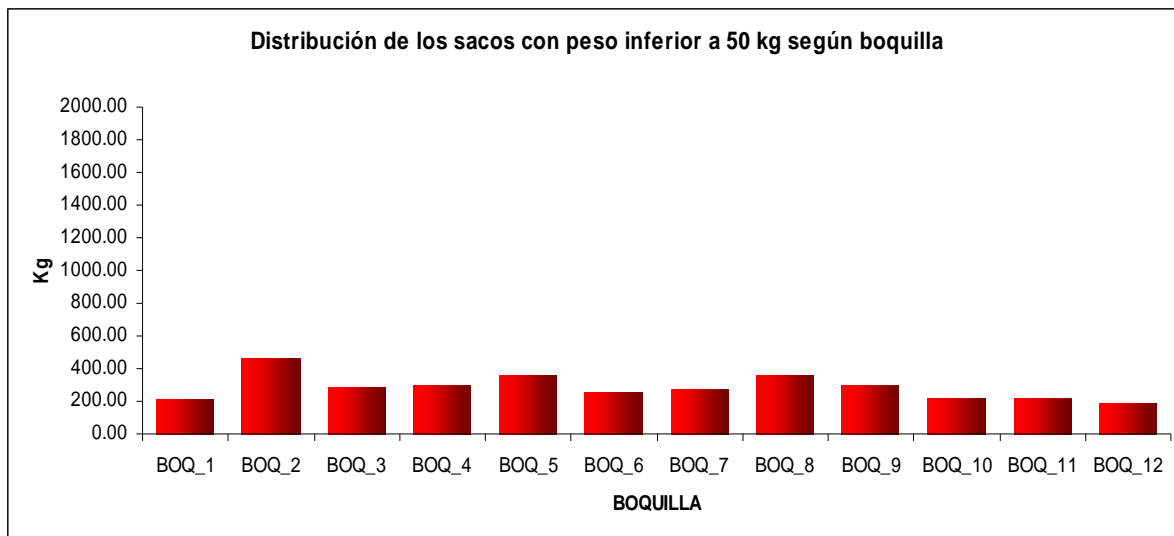
De acuerdo al paquete estadístico SPSS, este nos arroja un gráfico de control, donde nos indica que la máquina 4, está por fuera de estos límites, los cuales al ser establecidos por el paquete muestra que estos límites de control inician desde 50.23 Kg, mostrando un desfase de 0.23 Kg del peso ideal (50 Kg).

El gráfico de control de la desviación, muestra que de nuevo la máquina 4 presenta un valor por encima de los límites (cerca de 0.8) , mientras que la máquina 3 un poco más de 0.6 y la máquina 5 un valor alrededor de 0.4; lo anterior indica que la máquina 5 es la que presenta menor dispersión y una medida promedio del peso más cercana a 50 Kg.

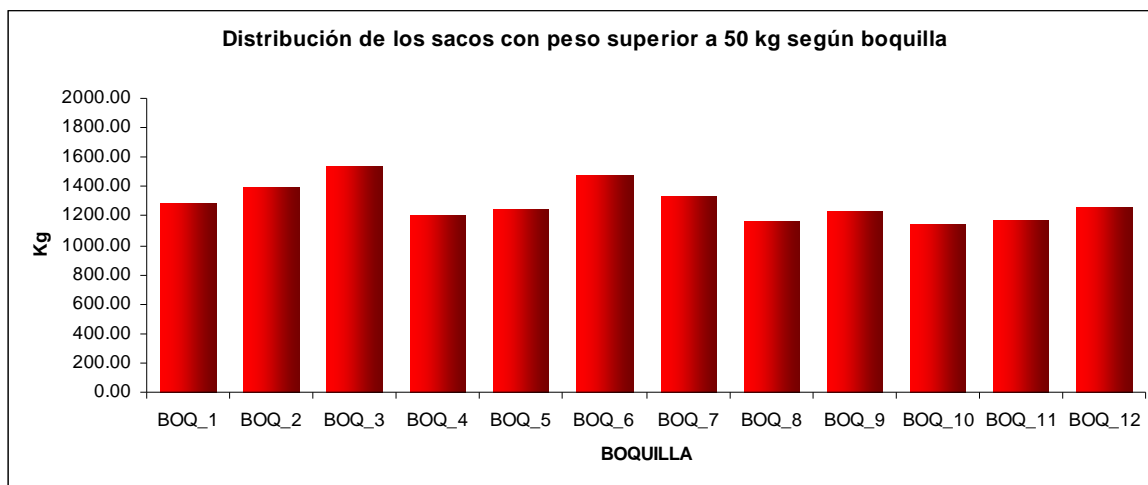
5.3. ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN DE PESO (KG) EN LOS SACOS POR PÉRDIDA EN BOQUILLA

Al analizar una muestra de 36.204 sacos de cemento, se encontró un 9% por debajo del peso promedio en los sacos de cemento de 50kg, se refleja un menor volumen despachado por la boquilla 2.

Grafica 8. Distribución de peso (sacos) por pérdida en boquilla



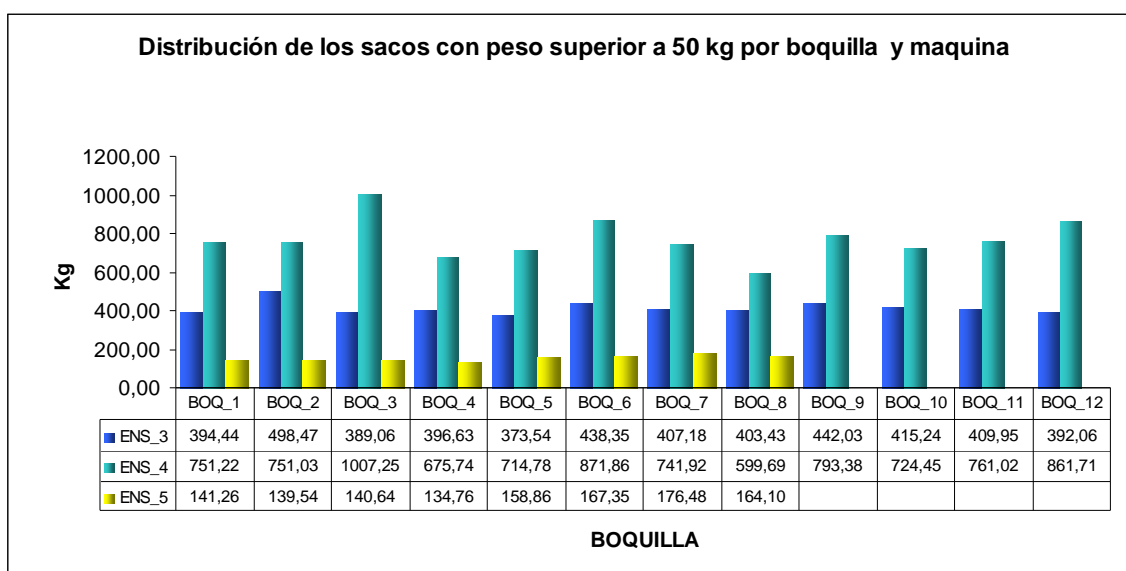
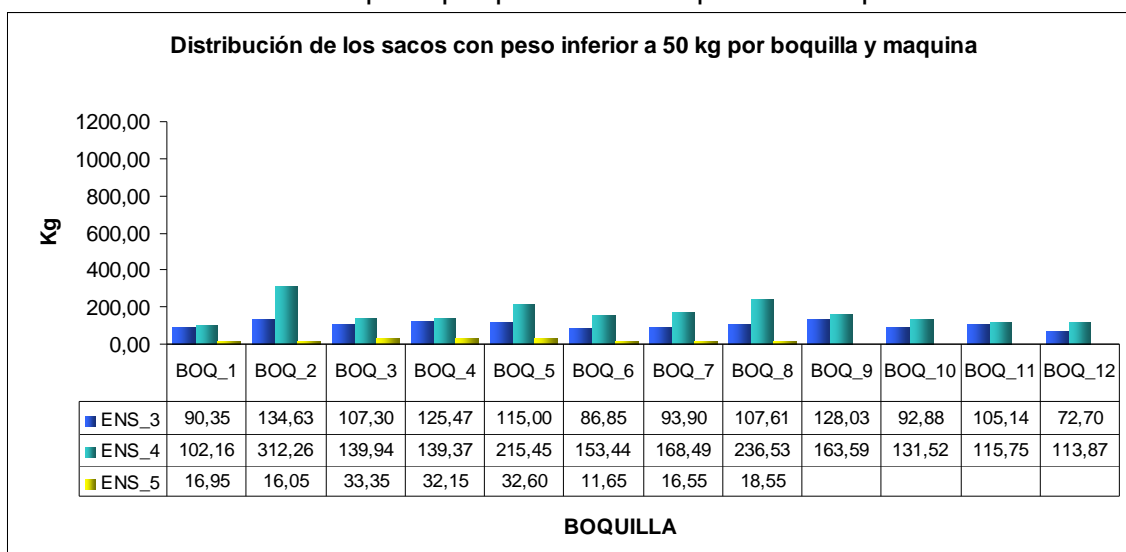
Al analizar una muestra de 36.204 sacos de cemento, se encontró un 43% por encima del peso promedio en los sacos de cemento de 50kg, se refleja un mayor volumen despachado en todas las boquillas.



5.3.1. Análisis de la distribución de pérdida de cemento por boquilla vs máquina. De acuerdo a las observaciones realizadas se refleja que en la ensacadora 4 se presenta una mayor incidencia tanto bajo como alto peso de cemento despachado por fuera del rango ideal (50kg).

Las boquillas con mayor incidencia en las variaciones presentadas por bajo como por alto peso son : boquilla 2 y 8 en la maquina 4 ; y con mayor peso son las boquillas: 3, 6, 9, 12.

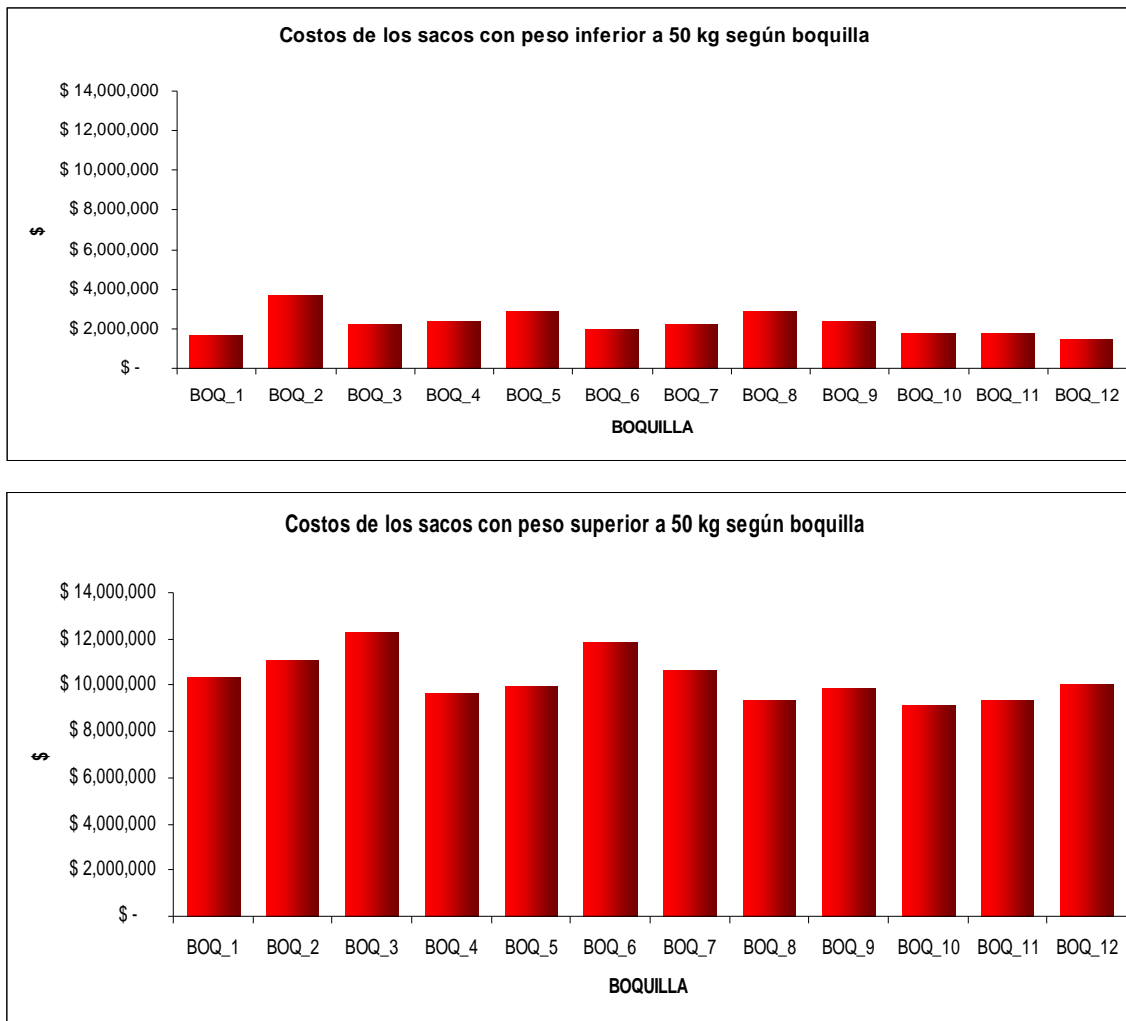
Grafica 9. Distribución de peso por pérdida en boquilla vs maquina



5.3.2. Análisis de costos en cemento por pérdida en las boquillas. Los resultados de los pesos inferiores encontrados por boquilla reflejan las perdidas tanto en saco como en cemento, incrementándose la rotura controlando la calidad en nuestro despacho.

Caso contrario los sacos con exceso de peso representan una mayor incidencia de perdida para la empresa al despachar sacos de cemento superior al peso ideal de 50kg. Lo que genera una perdida superior a los \$123.499.266 pesos, lo cual representa una perdida mensual de \$10.291.605 pesos.

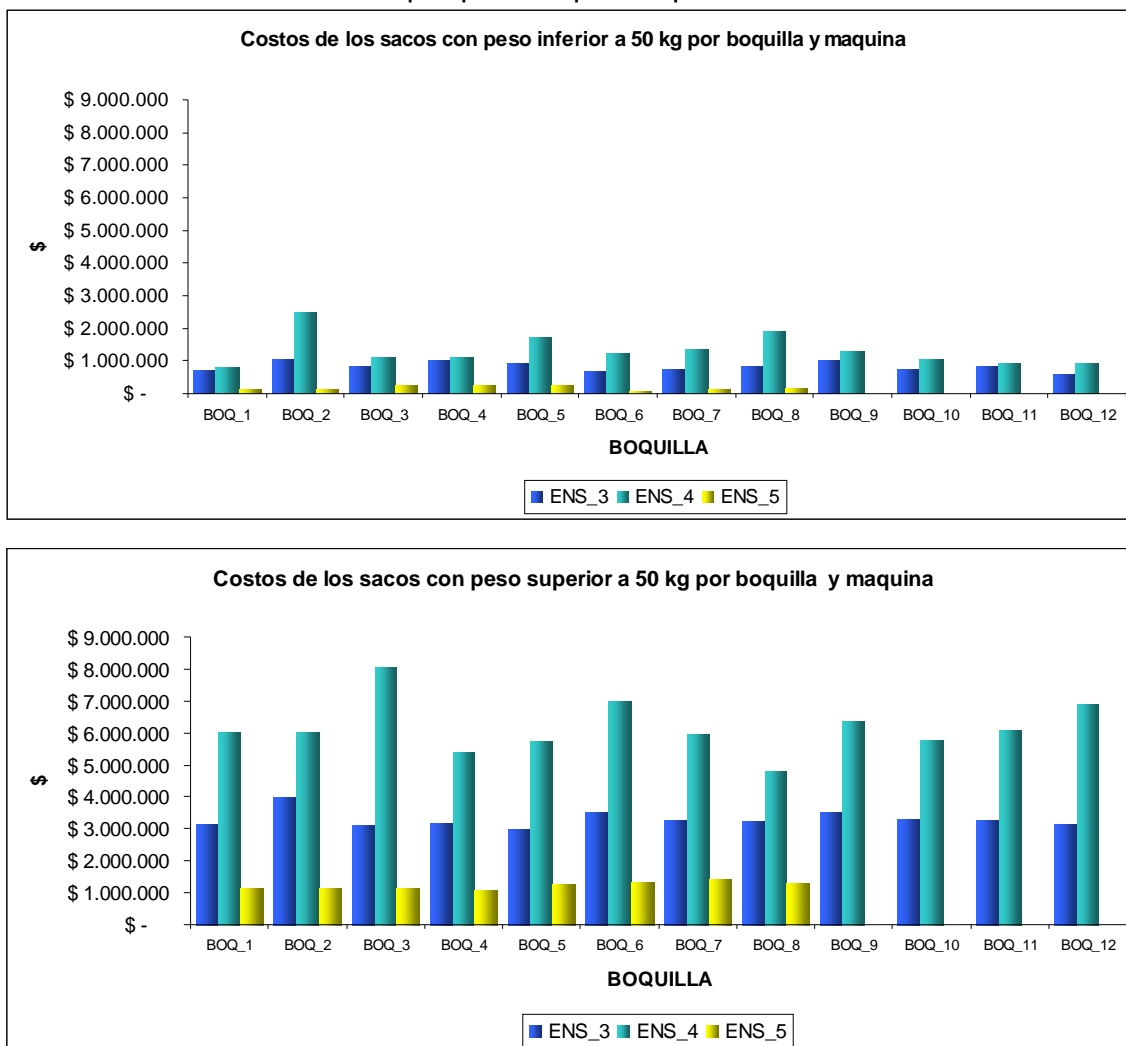
Grafica 10. Costos de los sacos por pérdida por boquilla



5.3.3. Análisis de costos en cemento por pérdida en las boquillas vs ensacadora. La ensacadora 4 es la que presenta mayor fluctuación con perdidas superiores al peso ideal (50kg), es de anotar que las boquillas 3, 6, 9 y 12 de la empacadora 4, presenta mayor descalibración es sus basculas, lo cual repercute en el despacho de cemento, adicionalmente en esta maquina también se presenta el cambio de producción de cemento: Pórtland tipo I y Pórtland tipo V (Marino), este ultimo el cemento es especial con un blaine diferente al tipo I.

Las perdidas están representadas un 60% por de las boquillas 3, 6, 9 y 12 de la ensacadora 4, con despachos superiores al peso ideal (50kg), lo que representaría en dinero a \$28.273.520 pesos.

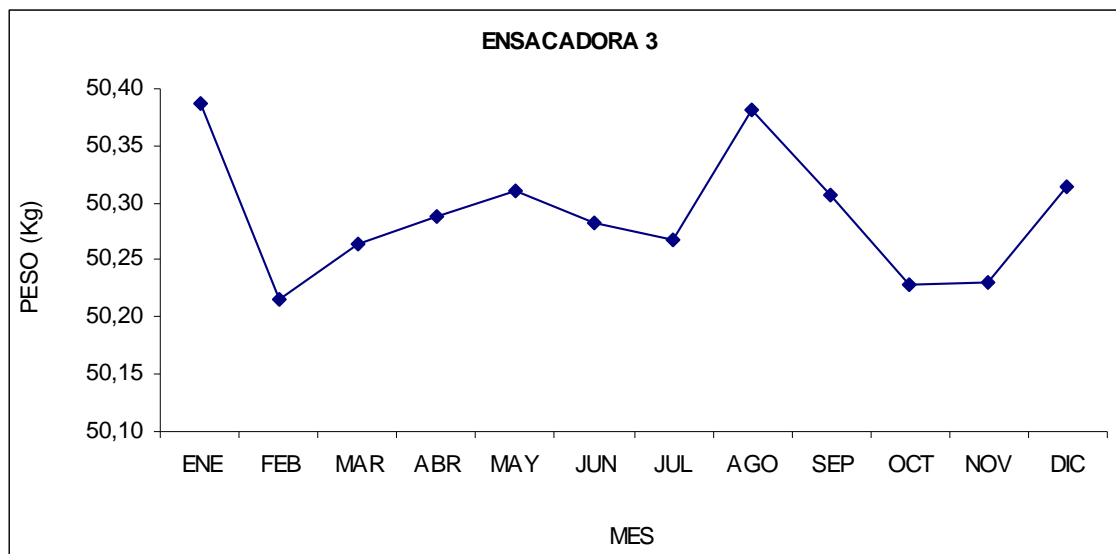
Grafica 11. Costos de sacos por pérdida por boquilla vs Ensacadora



5.4. PROMEDIOS POR MES Y BOQUILLA DE LOS PESOS (KG)

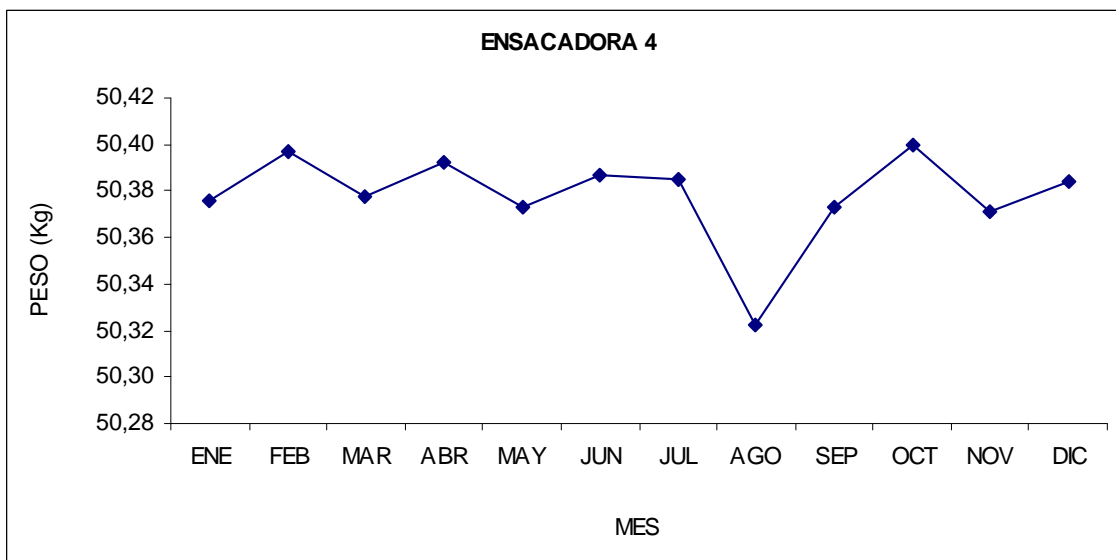
5.4.1. Ensacadora 3. La tendencia mensual de la ensacadora durante el año se acerca al valor de especificación al peso ideal de 50kg, es de anotar que en los meses de enero y agosto se salen fuera del rango, factor de incidencia para verificación y control en el despacho.

Grafica 12. Gráfico promedio mes vs boquilla ensacadora 3



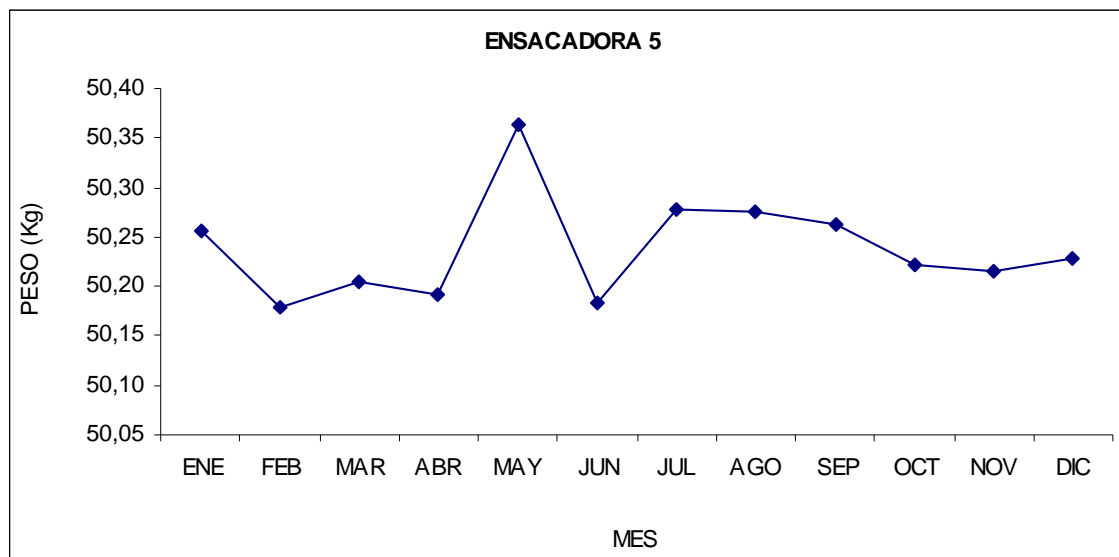
5.4.2. Ensacadora 4. Refleja una trayectoria constante a excepción del mes de agosto donde se demarca menor concentración de pérdida de peso por fuera del peso ideal (50kg), se determina cual es el factor de error que insidido en los otros meses, fue el resultado del cambio de producto tipo I a tipo V, debido a la alta demanda del tipo V.

Grafica 13. Gráfico promedio mes vs boquilla ensacadora 4



5.4.3. Ensacadora 5. Presenta una tendencia estable y cerca al peso ideal (50kg), refleja un mejor comportamiento en el llenado de los sacos en comparación a las ensacadoras 3 y 4, mimas perdidas de cemento.

Grafica 14. Gráfico promedio mes vs boquilla ensacadora 5



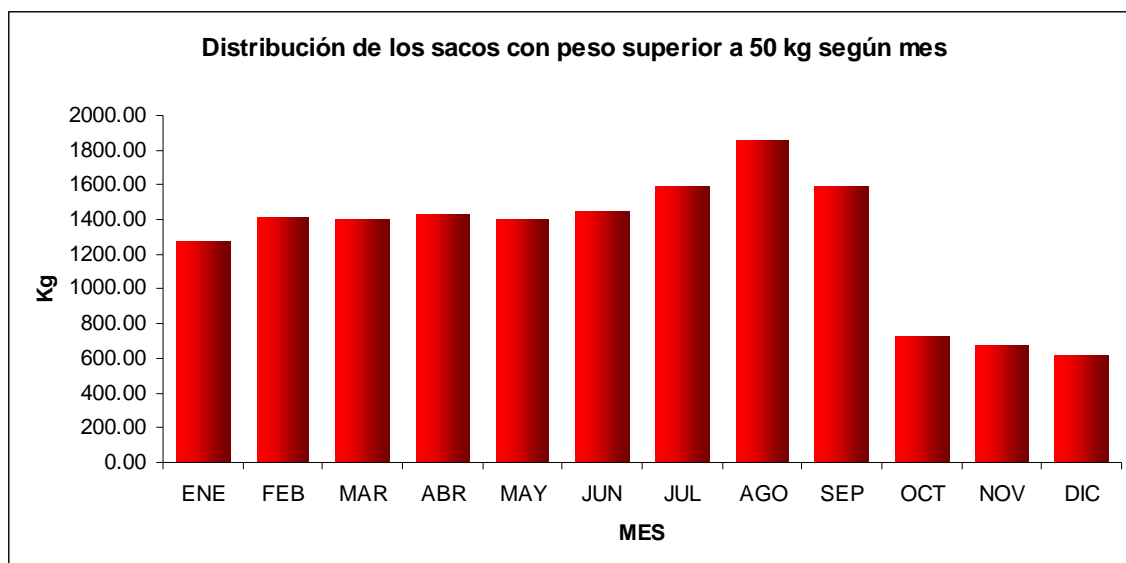
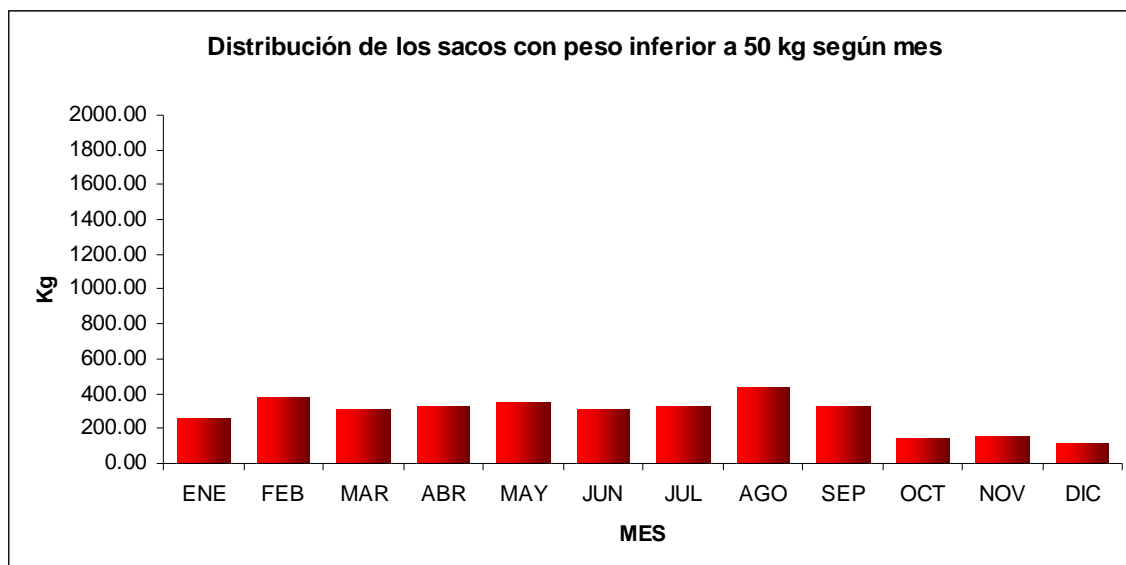
5.5. ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN DE PESO EN LOS SACOS DE CEMENTO POR PÉRDIDA MENSUAL

Los sacos de cemento reflejados con un peso inferior a 50kg, no se despachan al cliente sino que pasan al proceso de rotura, para evitar un margen de error en el cumplimiento de entrega y calidad hacia los clientes de Cementos Argos S.A.

Caso contrario es que el que se refleja con los sacos superiores a 50kg, generando una perdida mensual para la organización.

La cantidad de sacos con peso inferior los cuales se fueron al proceso de rotura es de 63 sacos y los sacos que representan mayor volumen de 50kg y se despacharon hacia el cliente es de 309 sacos aproximadamente en el mes.

Grafica 15. Distribución de peso (sacos) por pérdida mensual



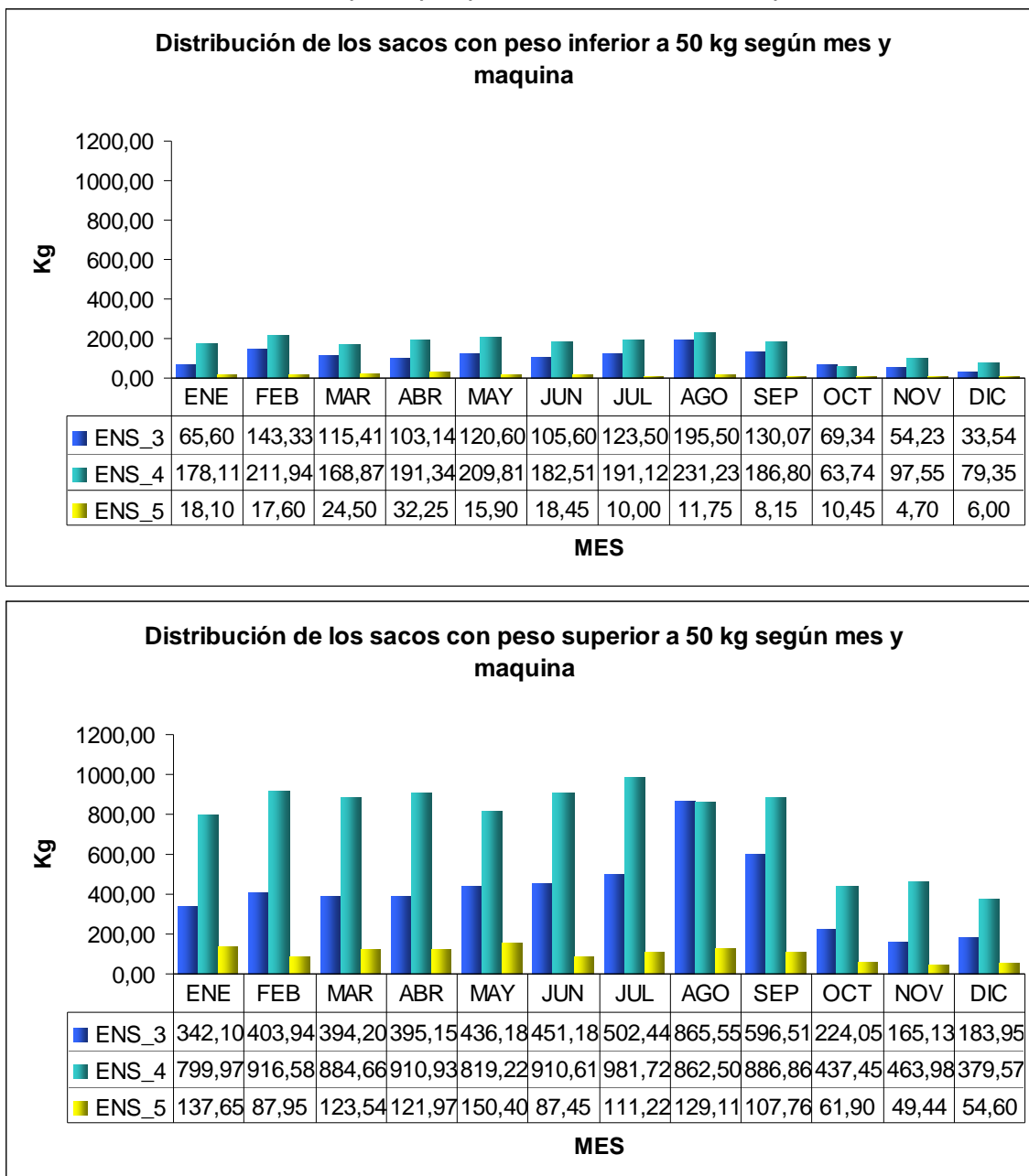
5.5.1. Análisis de la distribución de pérdida de cemento por mes vs maquina.

De acuerdo a la medición realizada mensualmente refleja un mayor índice de fuera de rango en la ensacadora 4 mostrando mayor incidencia en los meses de agosto con bajo peso por fuera del peso ideal (50kg) y de enero a septiembre con una tendencia alta por fuera de rango con un peso mayor al peso ideal de (50kg), generando pérdidas para la empresa.

En la ensacadora 3 nos indica un peso mayor fuera del peso ideal (50kg) durante los meses de enero a septiembre.

Indicando un mayor control en la calibración de las basculas y mejor controles en el despacho de los sacos de cemento.

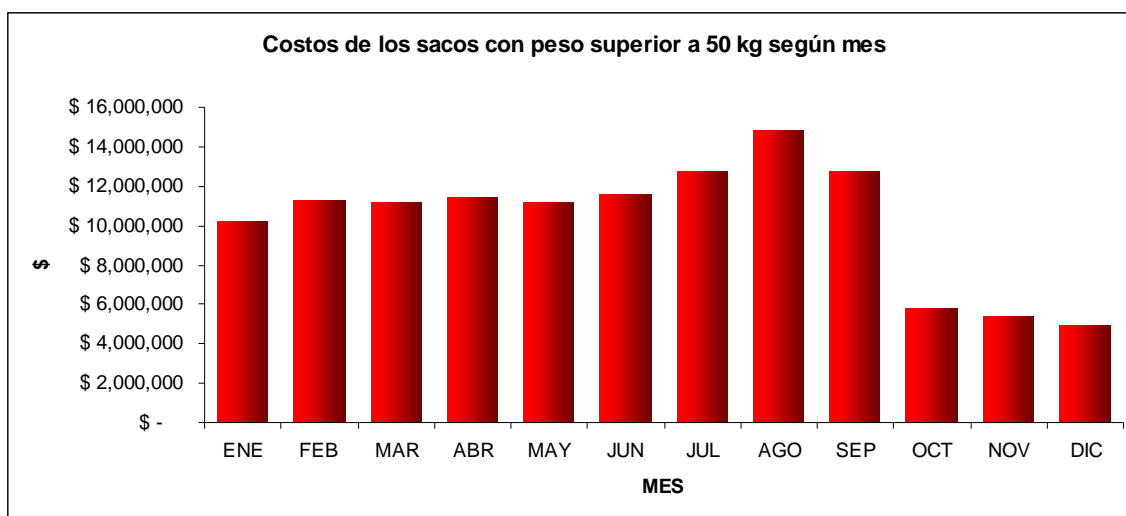
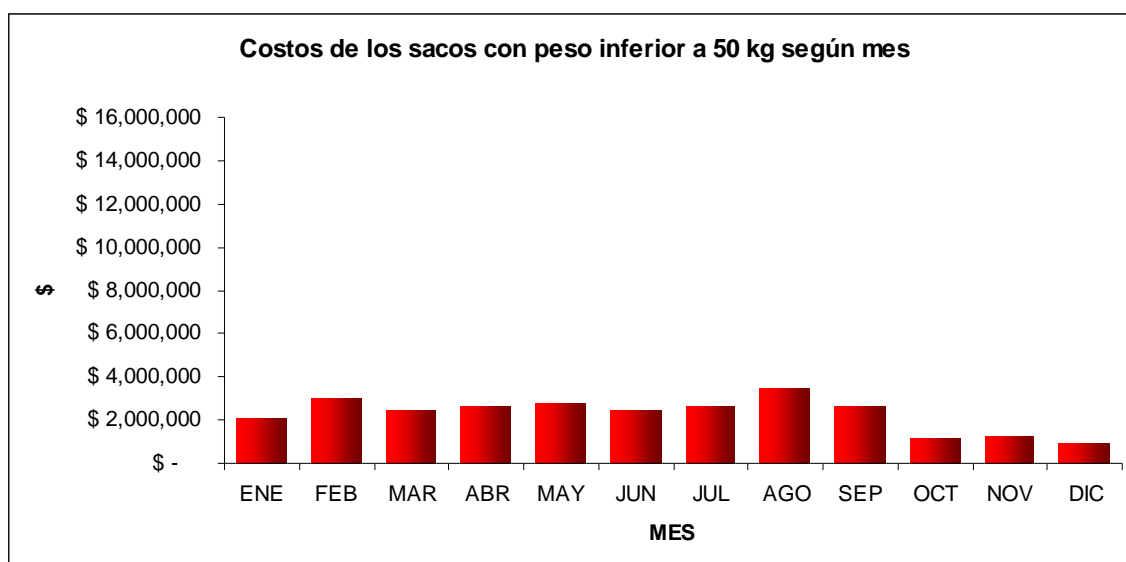
Grafica 16. Distribución de peso por perdida mensual vs maquina



5.5.2. Análisis de costos en cemento por pérdida mensual. El comportamiento mensual del cemento con peso inferior a 50kg se ven reflejados en un promedio de las tres ensacadoras en los meses de febrero, mayo y agosto, lo que representa un perdida por rotura de aproximadamente durante estos meses de \$3.087.080 pesos y durante todo el año en un promedio de \$2.286.708 pesos mensual.

Los sacos que representan un mayor peso tienen una incidencia de perdidas para la empresa al despachar sacos de cemento superior al peso ideal de 50kg. Lo que genera una perdida superior a los \$123.499.266 pesos, lo cual representa una perdida mensual de \$10.291.605 pesos.

Grafica 17. Costos de los sacos por pérdida por mes



5.5.3. Análisis de costos en cemento por pérdida mensual vs ensacadora.

Las ensacadoras 3 y 4 representan una tendencia constante durante el año con pesos inferiores al peso ideal de 50kg, generando una pérdida anual de \$27.440.496 pesos, este valor es por pérdidas en roturas por control de calidad en el despacho del cemento.

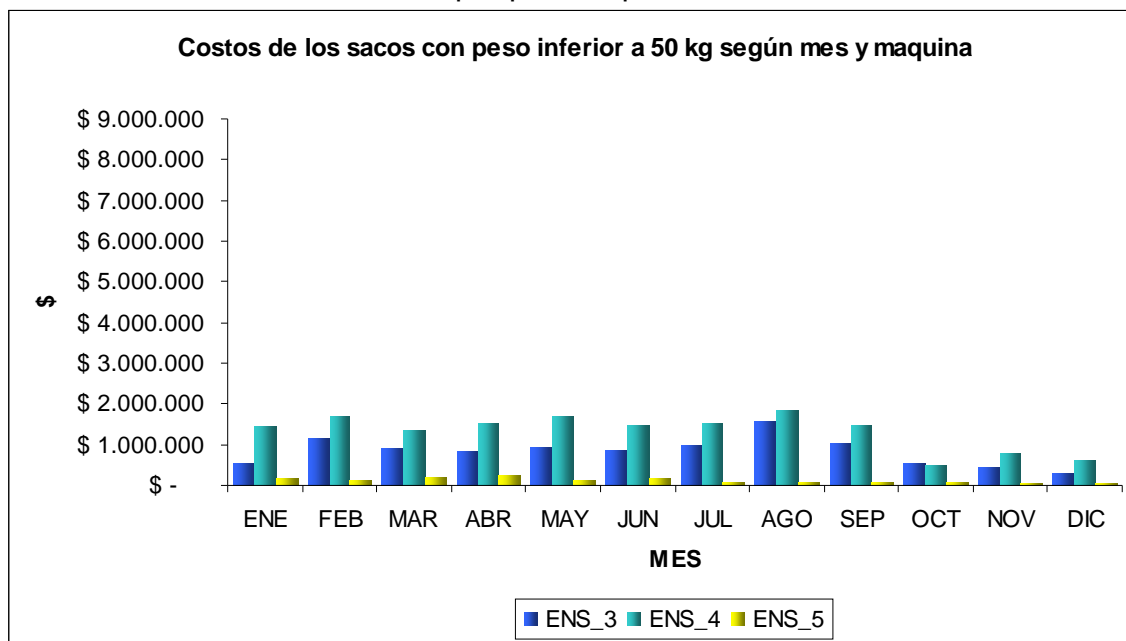
La ensacadora 4 tiene una tendencia de mayor fluctuación con pérdidas superiores al peso ideal (50kg), durante todo el año por presentarse cambio de producción en los dos tipos de cemento: tipo I a tipo V, las pérdidas están representadas en esta máquina por un valor de \$74.032.354 anualmente.

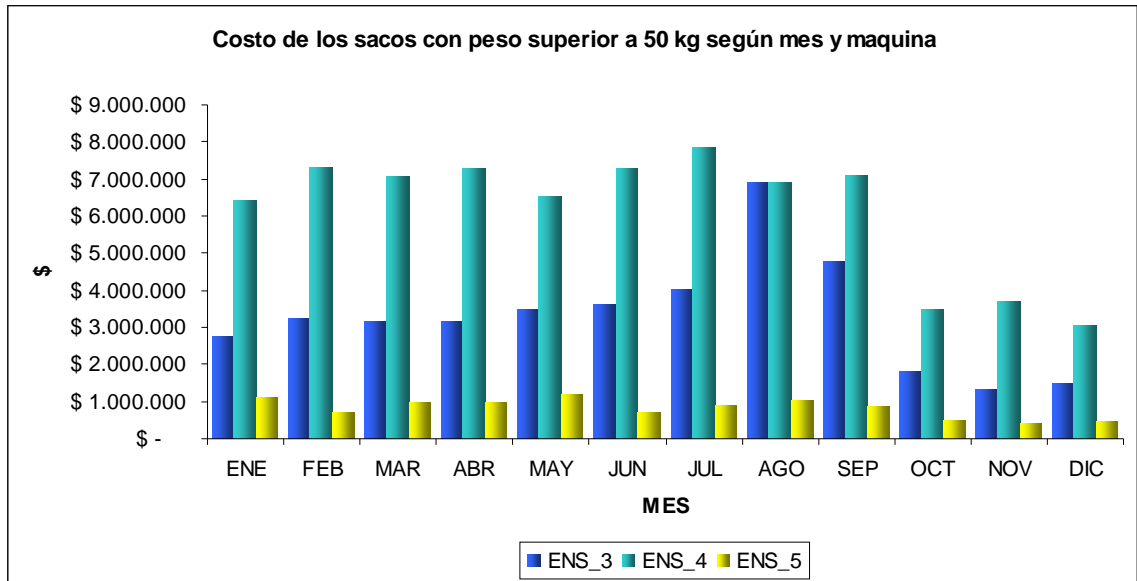
La ensacadora 3 representa una pérdida no mayor ni inferior pero si significativa comparada con la ensacadora 4 por un valor de \$39.683.008

El más estable pero también con pérdidas por peso mayor a 50 kg es la ensacadora 5, dando un valor de \$9.783.904.

Lo que nos muestra que la empresa esta generando pérdidas por despacho de cemento superior al peso ideal de 50kg, por un valor de \$10.291.605 mensual y anualmente de \$123.499.266 pesos aproximadamente.

Grafica 18. Costos de los sacos por pérdida por mensual vs ensacadora





5.6. DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA PARA EL PROCESO DE CALIBRACIÓN DE LLENADO DE LOS SACOS DE CEMENTO SEGÚN MAQUINA.

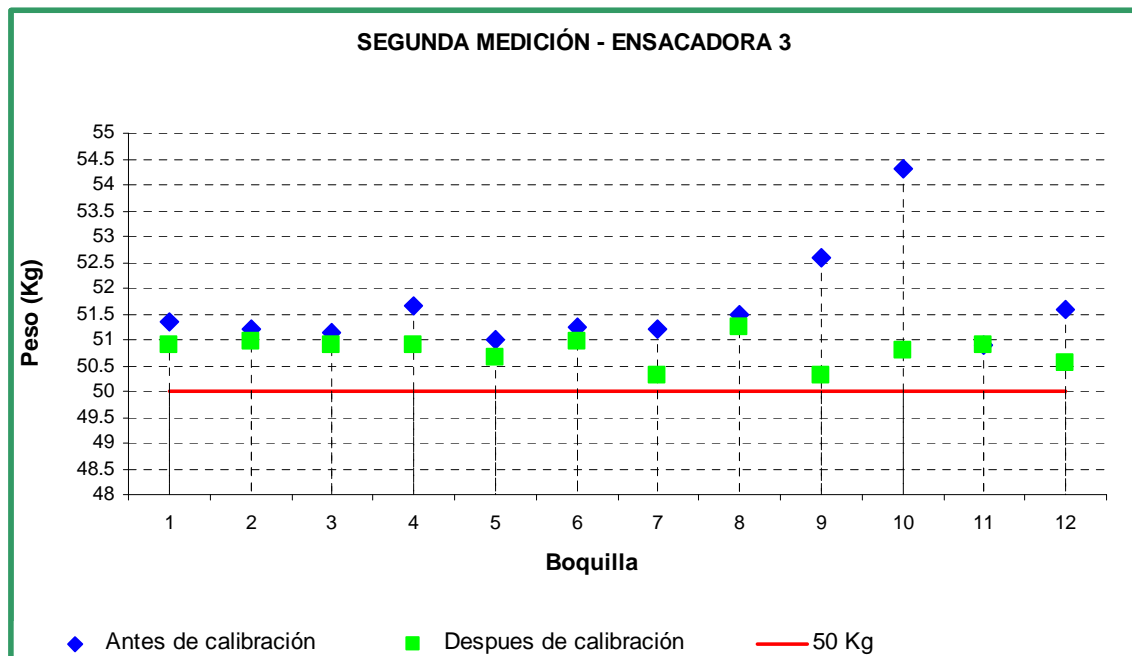
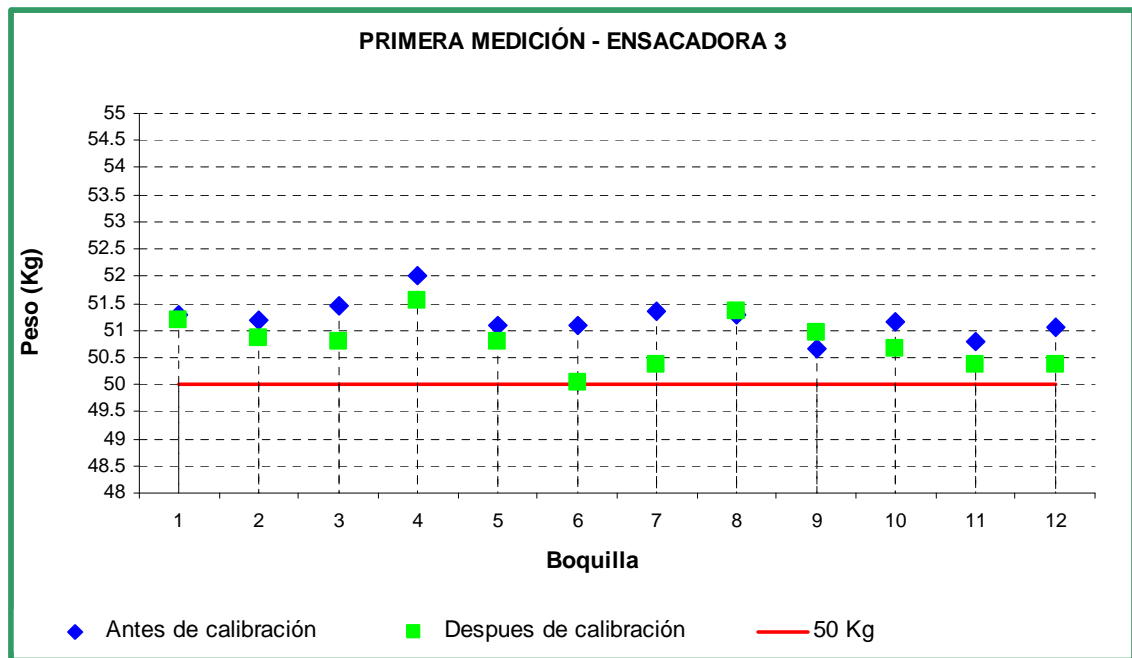
5.6.1. Análisis de la dispersión de datos antes y después de calibración

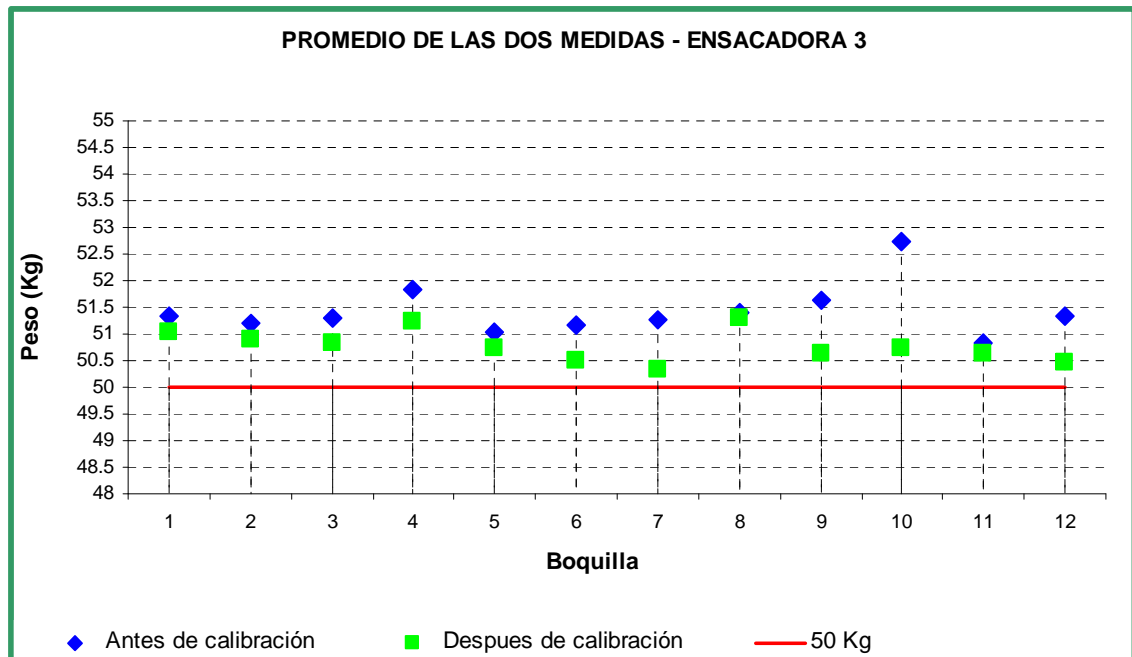
ensacadora 3. Se observa mayor variabilidad antes de calibración en las dos mediciones. El coeficiente de variación muestra que para antes de calibración el porcentaje de dispersión fue de 1.42%, mientras que para después de calibración fue de 0.72%.

Se presenta una constatación en las boquillas 4, 9, 10, y 12; en las dos mediciones realizadas, se presentó descalibración, lo que genera una pérdida de cemento con un volumen más alto al ideal, sacos de 50kg. De igual manera es de anotar que las demás boquillas son sucesivas están correlacionadas y pueden tener una tendencia que no incide en un patrón de fuera de control.

En general el promedio de las dos mediciones los puntos de las boquillas 4, 9 y 10 son las de mayor rango por fuera del límite de control de peso.

Grafica 19. Gráfico dispersión datos ensacadora 3





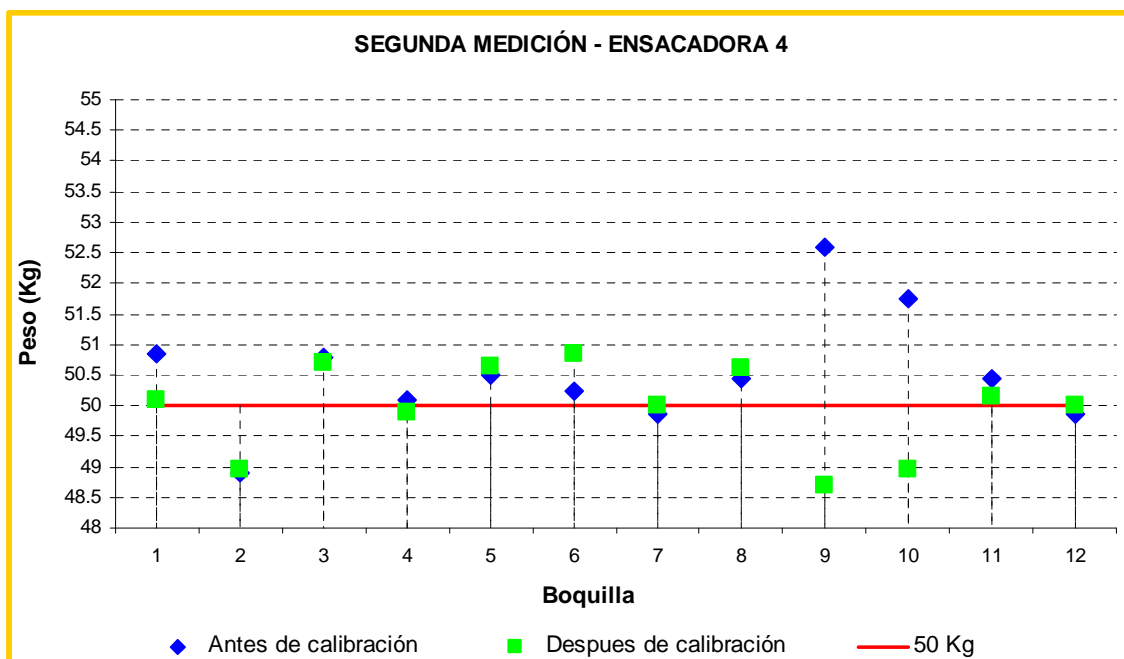
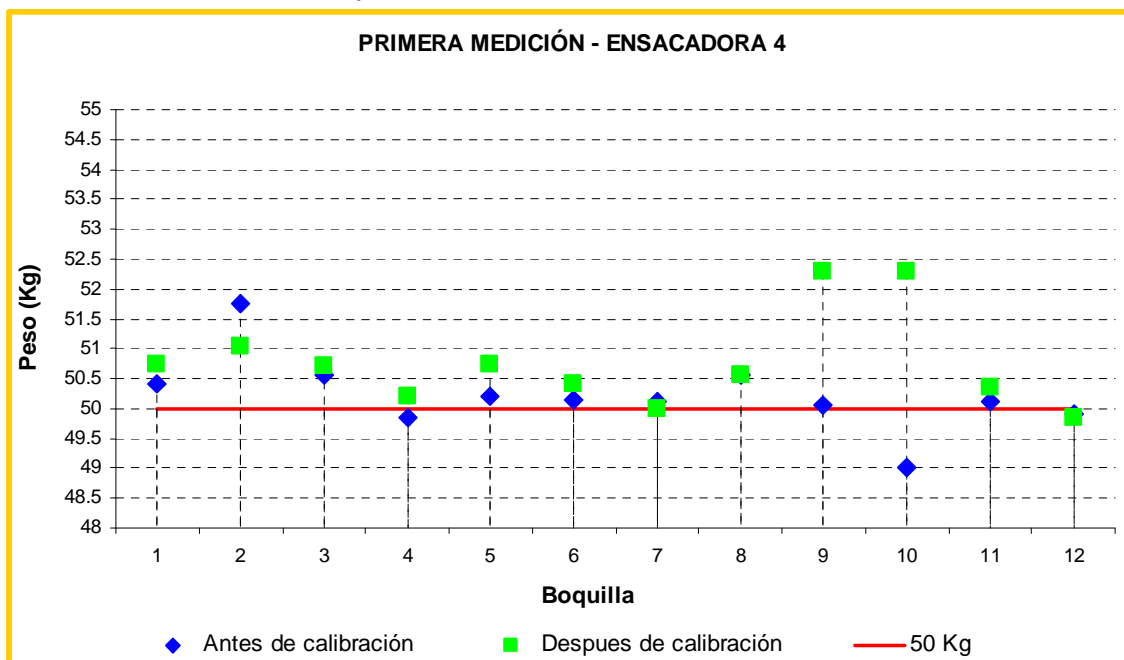
5.6.2. Análisis de la dispersión de datos antes y después de calibración

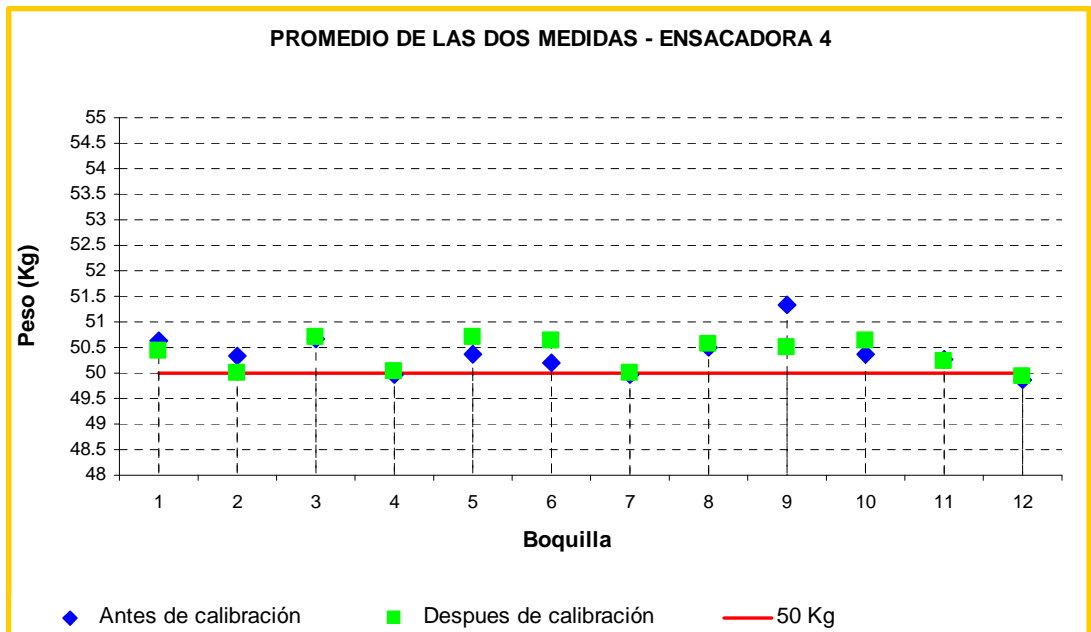
ensacadora 4. Se observa una variabilidad similar antes y después de calibración. El coeficiente de variación muestra que para antes de calibración el porcentaje de dispersión fue de 1.59%, mientras que para después de calibración fue de 1.69% (esto también se refleja comparando el rango).

En la primera medición se observa una alta tendencia por fuera de los límites del peso ideal de 50kg, se realiza una segunda medición persistencia esta tendencia, es de anotar que el factor de mayor incidencia es por el cambio de producto que se realiza en esta ensacadora.

En promedio se debe realizar un mayor control sobre las boquillas 2, 9 y 10 que son las de mayor incidencia antes y después de calibración de báscula, generando una desviación de consideración dentro del proceso

Grafica 20. Gráfico dispersión datos ensacadora 4



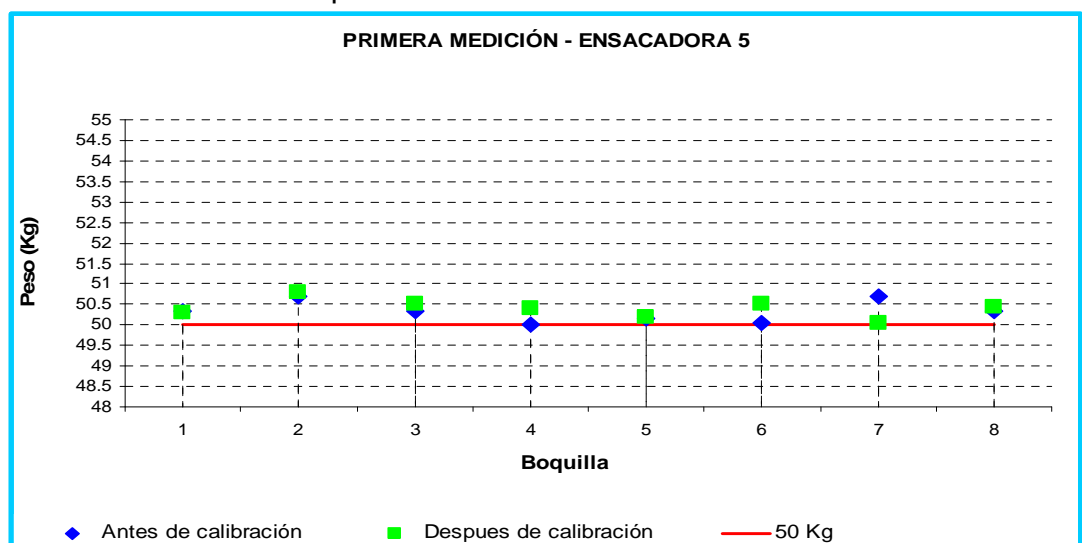


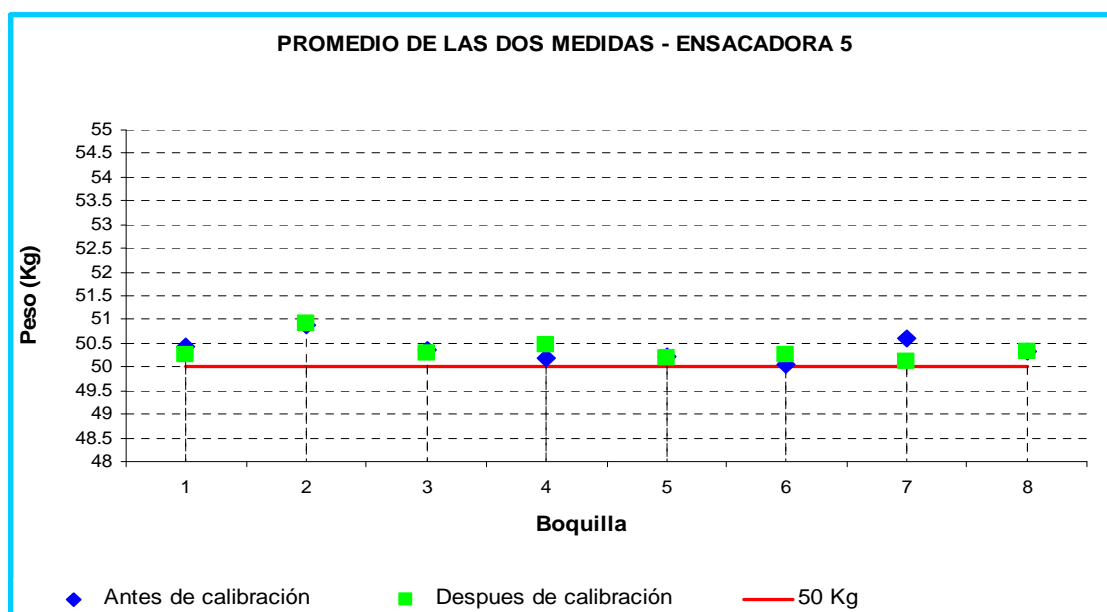
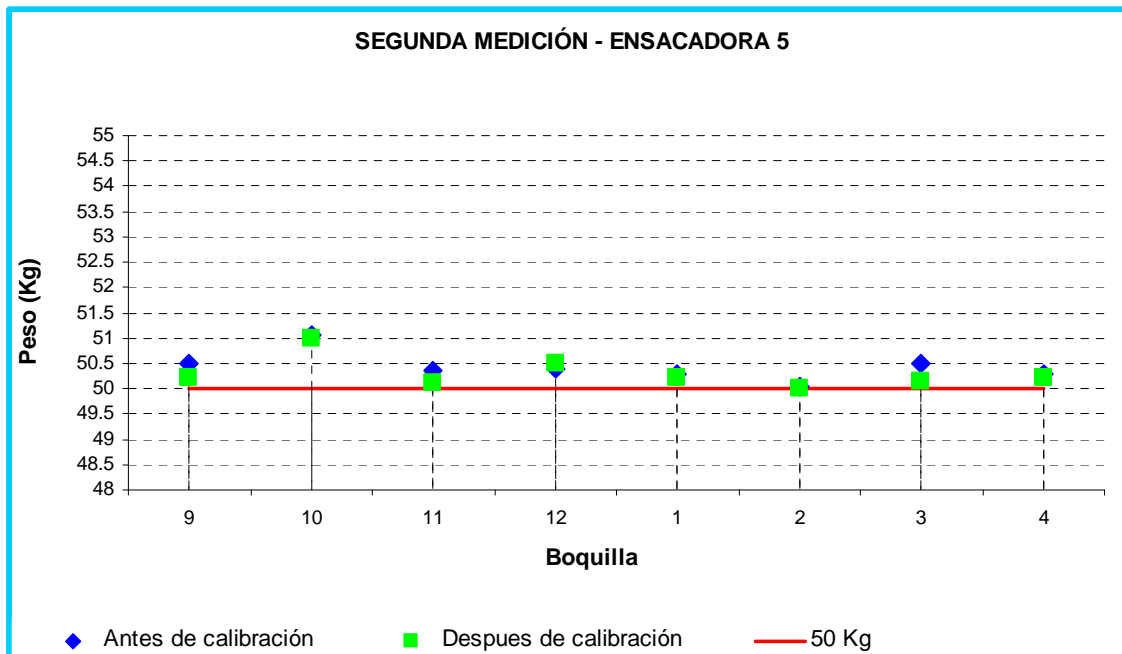
5.6.3. Análisis de la dispersión de datos antes y después de calibración

ensacadora 5. No se observa variabilidad en las mediciones antes y después de calibración. El proceso de llenado no cambia significativamente cuando se realiza la calibración de la maquina.

Relativamente preserva una constancia en la producción de sacos de cemento con el peso ideal de 50kg.

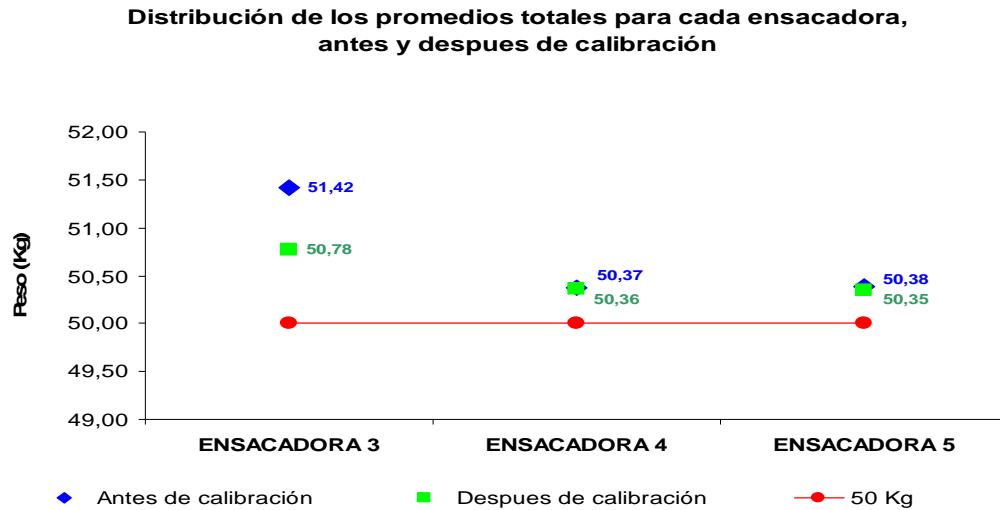
Grafica 21. Gráfico dispersión datos ensacadora 5





5.6.4. Distribución de los promedios totales para cada ensacadora, antes y después de calibración. En general la distribución promedio de las tres ensacadoras en esta medición, se vio reflejada en la ensacadora 3 generando mayor despacho en sacos de cemento con volumen superior al peso ideal de 50kg.

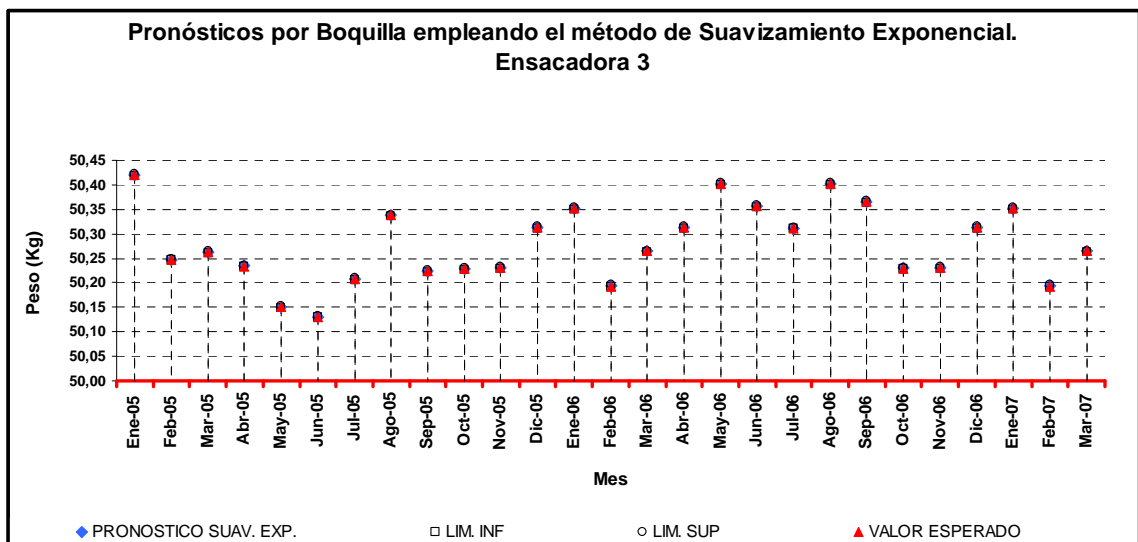
Grafica 22. Gráfico dispersión promedio de datos ensacadoras



5.7. PRONÓSTICOS POR BOQUILLA

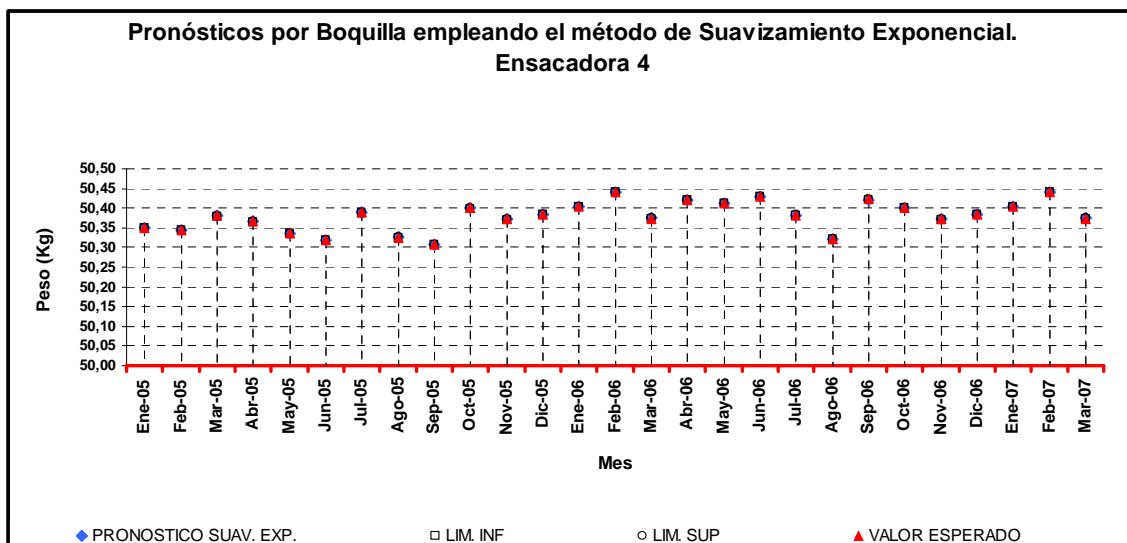
5.7.1. Ensacadora 3. De acuerdo al pronóstico realizado para los seis meses siguientes por el método de la suavización exponencial, se observa que entre mas alto sea su alfa los intervalos no se reflejan, por tal razón para la ensacadora 3 la constante de atenuación mas representativa es de 0,99 las alteraciones se encuentran ajustada a una curva, generando que el comportamiento del pronóstico para los próximos seis meses sea de 50,2 a 50,3 kg

Grafica 23. Pronostico por boquilla ensacadora 3



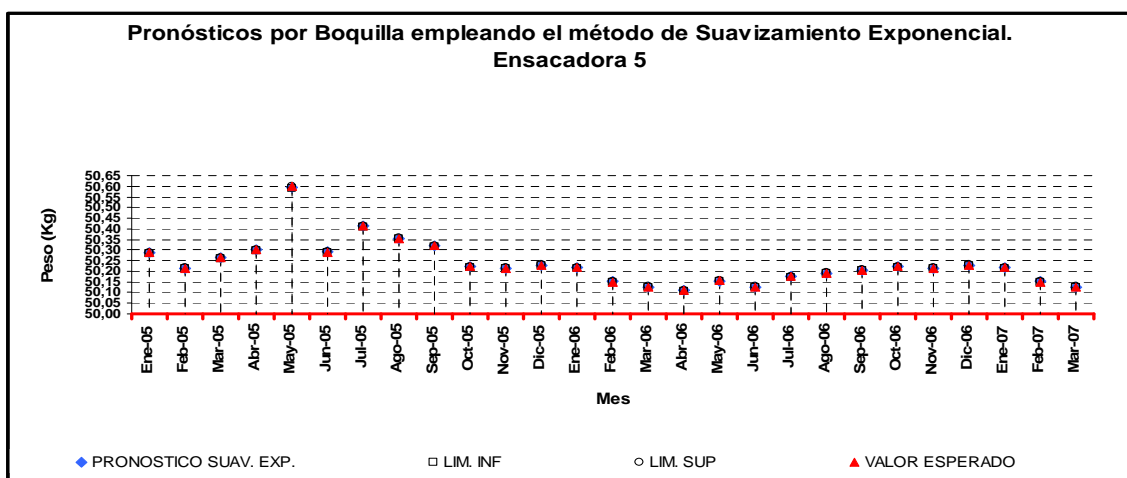
5.7.2. Ensacadora 4. Se realiza el mismo método de suavización exponencial durante los próximos seis meses para la ensacadora 4, la constante de atenuación mas representativa es de 0,99 y su pronostico nos refleja igual comportamiento en sus intervalos no se amplían, por el contrario reflejan una continua incidencia de perdida de cemento.

Grafica 24. Pronostico por boquilla ensacadora 4



5.7.3. Ensacadora 5. De acuerdo al pronostico realizado para los seis meses siguientes por el método de la suavización exponencial, para la ensacadora 5 la constante de atenuación mas representativa es de 0,99 como se observa en la grafica su comportamiento es estable de acuerdo al pronostico.

Grafica 25. Pronostico por boquilla ensacadora 5



6. IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS POTENCIALES

6.1. IDENTIFICAR LAS CAUSAS ESPECIALES

Dado el desarrollo del trabajo podemos identificar las siguientes causas especiales en los problemas presentados en cada una de las maquina
Se presentan roturas por exceso de peso, obteniendo perdidas en la producción del empaclado.

Sacos con desperfectos originales desde fábrica, genera que en la línea de llenado salgan con fuga de material.

Congestión y rotura de sacos en la manipulación de cargue cuando cae por la pluma.

Se presenta descalibración de la maquina generando: cuando es de bajo peso se atascan en la banda y cuando es mayor peso se visualiza en la báscula externa.

Otro factor con el cambio de producto tipo I a tipo V, debido a su blaine (tamizado) que es diferente en cada producto, cuando el blaine es alto la maquina gira 2 y 3 vueltas para llenar los sacos para obtener la especificación ideal del saco.

La ensacadora 4, se realiza en la jornada de 3:00 a 11:00 pm generación del producto marino a lo cual se genera un desbalance en la calibración de los sacos de Tipo I a tipo V.

Técnicamente el empleo de las boquillas en las ensacadoras presentan un circuito interno que ayuda cuando se presentan averías en las boquillas, estas se pueden clausurar independientemente una de la otra; caso contrario pasa en la ensacadora 3 que no funciona el circuito de detención de salida material ocasionando gran fuga de cemento.

6.2. DETERMINAR EL FACTOR GENERADOR DE LA CAUSA ESPECIAL

Básicamente durante las tomas de tiempo en el proceso de ensacado se encontraron problemas de sincronización entre la maquina ensacadora manejada por un operario y la maquina de bombeo, provocando retrasos en el proceso llenado.

Descalibración de cada una de las maquinas generando en el proceso de llenado realizar mas tomas de peso para controlar que no salgan sacos con peso inferior a la norma.

Dado al análisis realizado en el trabajo se demuestra las perdidas que incurre la ensacadora 4 alrededor de un 60% representado por un costo de \$6.169.363 pesos mensualmente, por el cambio de producción de tipo I a tipo V.

No hay una base de soporte (seguridad) para que el mecánico pueda realizar mas óptimamente la calibración de cada una de las maquinas.

7. CONCLUSIONES

Cementos Argos S.A. – Planta Valle, es una empresa ubicada en el municipio de Yumbo, con una trayectoria de más de 60 años y en cuyo medio siempre están en busca del mejoramiento de sus procesos. Para la organización Argos es muy importante validar y controlar los procesos o indicadores que reflejen desmejoramientos en sus procesos y en sus productos que no estén acordes y bien estructurados, de acuerdo a las normas, calidad de sus productos, es primordial para la satisfacción de sus clientes.

Debido a la necesidad de satisfacer a los clientes con servicios y productos de alta calidad y que no representen altos costos para la organización; se genera este proyecto de variabilidad de peso en los sacos de cemento, no solo dejó beneficios sino que también se indican los factores que generan pérdidas para la empresa.

Para poder especificar la problemática del trabajo se aplicó una distribución de acuerdo a las ensacadoras que permitió elaborar indicadores para analizar las causas de variabilidad en los sacos de cementos por máquina, boquilla, mensual y anualmente; la ensacadora 3, la desviación antes de calibración es del 1.42%, y después de calibración fue de 0.72%, mostrando una mejora en el despacho de cemento por boquilla; en la ensacadora 4, la desviación antes de calibración es del 1.59%, y después de calibración fue de 1.69%, se observa un comportamiento por fuera del límite con tendencia a seguir subiendo, lo que permitirá generar un control sobre esta máquina y sus causas; la ensacadora 5, no presenta mayor variabilidad; en consecuencia es estar al tanto de los posibles incidentes que se pueden generar en algunos puntos de las ensacadoras, y esto representa la eficacia y eficiencia de la máquina.

Dado que este proyecto se basa en la necesidad que se tiene de efectuar control del proceso, en el área de ensacadoras que representa el producto terminado, se presenta pérdidas por rotura representada en \$10.291.605 pesos mensuales, un alto costo a controlar.

Muchas de las variables se presentan en la ensacadora 4 por el cambio de la producción en el producto tipo I a tipo V, generando despachos con peso superior al peso ideal de 50kg, teniendo pérdidas por su volumen de \$74.032.354 pesos anualmente.

Dado que se tiene estas variables de calibración en las básculas en cada una de las ensacadoras, técnicamente no es admisible, ni confiable el empleo de repuestos elaborados nacionalmente que no corresponden a la casa matriz del equipo, debido a que cada equipo tiene unas especificaciones técnicas diseñadas

por su casa matriz, el no uso de estos repuestos originales permiten que la maquina no de un buen rendimiento en la producción y generando inconsistencias en el llenado de los sacos de cemento.

El enfoque de datos básicos o estándar proporciona un método más preciso y completo de medir el trabajo indicando la mayor o menor fluctuación del peso en los sacos de cemento, aun cuando puede resultar costoso para la organización, previene futuras pérdidas y mejor control de los estándares de calidad.

La realización de este trabajo permite analizar el margen de error en los despachos de cemento (sacos con volumen superior al peso ideal 50kg de acuerdo a la norma), conduce a observar mas detalladamente y con mayor control las ensacadoras 3 y 4 por su mayor fluctuación generado por las boquillas en el proceso de llenado.

De acuerdo a lo realizado por cada una de las ensacadoras, estas deben ser sometidas a un alto grado de control, para registrar condiciones que se encuentre por fuera de los límites de la meta. Si la operación es controlada será más efectiva su producción y mejor rendimiento en las metas cuantitativas.

Estar conscientes que en el ámbito de los negocios, prevalece el mejoramiento continuo de los procesos, es primordial el sistema de indicadores que permitan evaluar y controlar los objetivos, estrategias y procesos de la empresa.

8. RECOMENDACIONES

Se presentan recomendaciones de acuerdo al trabajo realizado.

Es necesario comenzar a controlar cada uno de los aspectos negativos que originaron el problema. Estos aspectos negativos tienen que ver con la falta de confiabilidad de las boquillas en las ensacadoras, para ello se requiere implementar un mantenimiento acorde a las necesidades de cada una de las ensacadoras, importando los repuestos de la casa matriz para obtener mejor rendimiento de las maquinas.

Realizar una plataforma sobre cada una de las maquinas para permitir un mejor sistema de calibración de cada una de las ensacadoras y así optimizar perdidas de cemento en el peso ideal de 50 kg.

Mejorar la banda de la empacadora 4, la cual genera dos tipos en la producción de cemento, tipo I y tipo V, este ultimo tiene mayor volumen por el blaine, lo que permite calibrar la maquina cada vez que se despacha este producto.

Mejorar en la pluma con un sistema de pulmón, que permitirá dar espacio a que el coterero pueda manipular mejor el saco de cemento en su cargue.

Se recomienda homologar el despacho del tipo V, ya que su blaine es diferente al tipo I y genera desfases en cada cambio en el peso de los sacos de cemento, se sugiere programar en la semana 1 o 2 días el despacho total de la demanda y así evitar el cambio de producto en el mismo día y tener sacos fuera de su peso ideal.

Es recomendable pensar en la posibilidad de sustituir las empacadoras mas antiguas por un sistema de automatización (paletizado); tanto en la bomba de la ensacadora como en las bandas transportadoras y el muelle de carga de los vehículos, una maquina operada por una sola persona quien recibe la orden y se encarga de programar la maquina para la cantidad de bultos necesarios y direccional el muelle al que se requiere cargar.

Adicionalmente, se necesita un auxiliar que se encargue de disponer en la máquina los sacos con la boquilla lista para el llenado, los cuales pueden ser tomados automáticamente por la maquina. Es decir, con esto se evitaría las demoras en el proceso de llenado porque no habría inconvenientes de sincronización de tiempos entre la bomba y la ensacadora, también se disminuiría el retraso al proveer a tiempo la maquina de sacos.

BIBLIOGRAFIA

Documentación técnica - Manual de Usuario Empacadora 5. Alemania: Haver Boecker, 1991. 127 p.

Ensacadora rotatoria Flux tipo RC, ensacadora 03 Flux tipo RU-12. Dinamarca: F.L. Smidth, 1980. 156 p.

EPPEN G.D., GOULD F.J., MOORE J.H., WEATHERFORD L.R., Investigación de operaciones en la ciencia administrativa. 5 ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A., 2000. 809 p.

EVANS James R., LINDSAY William M., Administración y control de la calidad. 4 ed. México: Internacional Thomson Editores S.A., 2000. 834 p.

Manual de operaciones de la empacadora 03. Dinamarca: F.L. Smidth, 1996. 281 p.

Sistema para manejo de sacos: manual de mantenimiento. Colombia: Rapiscol, 1995. 35 p.

ANEXOS

Anexo 1. Resolución 16379 del 18 de junio de 2003

RESOLUCIÓN 16379 DE JUNIO 18 DE 2003

**REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
RESOLUCIÓN NÚMERO
(16379 del 18 de Junio de 2003)**

Por la cual se reglamenta el control metrológico del contenido de producto en preempacados

EL SUPERINTENDENTE DE INDUSTRIA Y COMERCIO

en ejercicio de sus facultades legales, en especial las que se le confirieren en los decretos 2153 de 1992, 3466 de 1982 y 2269 de 1993, y

CONSIDERANDO

PRIMERO: Que de conformidad con lo establecido en el numeral 13 del artículo 2 del decreto 2153 de 1992, corresponde a la Superintendencia de Industria y Comercio establecer, coordinar, dirigir y vigilar los programas nacionales de control industrial de calidad, pesas, medidas y metrología, y organizar los laboratorios de control de calidad y metrología que considere indispensables para el adecuado cumplimiento de sus funciones.

SEGUNDO: Que de acuerdo con los literales n, p y r del artículo 17 del decreto 2269 de 1993, la Superintendencia de Industria y Comercio, en desarrollo de las funciones otorgadas a través del decreto 2153 de 1992, deberá expedir la reglamentación para la operación de la metrología, fijar las tolerancias permisibles para efectos del control metrológico, realizar las actividades de verificación de cumplimiento de las normas técnicas obligatorias o reglamentos técnicos sometidos a su control.

TERCERO: Que el artículo 27 del decreto 2269 de 1993 establece que las actividades que se realicen dentro del Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología, deberán ajustarse a las reglas, procedimientos y métodos que se expidan en el reglamento técnico, los cuales se basarán en los lineamientos de las normas internacionales reconocidas para tal fin.

CUARTO: Que según lo establecido en el artículo 35 del decreto 2269 de 1993, el contenido neto de todo producto empacado o envasado debe corresponder al contenido enunciado en su rotulado o empaque. Las tolerancias para masa y volumen netos de los productos preempacados, deberán cumplir con los requisitos establecidos en los reglamentos técnicos o las normas técnicas colombianas obligatorias correspondientes. La selección de muestras para la verificación del contenido neto se efectuará siguiendo los procedimientos estadísticos establecidos en reglamentos técnicos o normas técnicas obligatorias.

QUINTO: Que el artículo 40 del decreto 2269 de 1993 señala que de acuerdo con sus competencias legales, los Gobernadores, Alcaldes y demás funcionarios de policía podrán impartir en el territorio de su jurisdicción, las órdenes e instrucciones que sean del caso, para dar cumplimiento a las disposiciones oficiales sobre pesas y medidas.

SEXTO: Que de conformidad con el artículo 31 del decreto 3466 de 1982, todo productor es responsable por las marcas y leyendas que exhiban sus productos (bienes o servicios), así como por la propaganda comercial de los mismos, cuando su contenido no corresponda a la realidad o induzca a error al consumidor.

SÉPTIMO: Que conforme con lo señalado en el decreto 3464 de 1980, es obligatorio el uso del Sistema Internacional de Unidades en el territorio colombiano.

OCTAVO: Que a la fecha no existe reglamento técnico que establezca las tolerancias para la verificación de los contenidos netos en productos preempacados.

NOVENO: Que se hace necesario establecer el reglamento técnico en que se fijen las tolerancias para los contenidos netos en los productos preempacados y las reglas, procedimientos y métodos para el ejercicio del control metrológico.

DÉCIMO: Que la Organización Internacional de Metrología Legal expidió el documento denominado Recomendación OIML R87, "Net Content Packages", el cual se encuentra en etapa de actualización.

DECIMOPRIMERO: Que como resultado del proceso de actualización de la Recomendación a que hace referencia el numeral anterior, se publicó el proyecto de recomendación OIML denominado "Draft Recommendation OIML R87, Quantity of Product in Prepackages" de noviembre de 2002, cuya expedición es inminente.

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO: Adicionar al Título VI de la Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, el Capítulo Cuarto en los siguientes términos:

"CAPITULO CUARTO: CONTENIDO DE PRODUCTO EN PREEMPACADOS.

4.1 Alcance

Este reglamento especifica:

- Los requisitos metrológicos para los productos preempacados rotulados en cantidades nominales predeterminadas constantes y variables, de peso, volumen, medida lineal, área, o cantidad.
- Los planes de muestreo y procedimientos para ser utilizados por las autoridades de control metrológico en la verificación de la cantidad de productos en preempacados.

Los planes de muestreo especificados en este reglamento, no están destinados a ser utilizados en procesos de control de calidad de los empacadores.

4.2 Terminología

Para efectos del presente reglamento se tendrán en cuenta las siguientes definiciones:

a) **Contenido de un preempacado:** La cantidad real de producto en un preempacado.

b) **Contenido nominal:** La cantidad de producto en un preempacado declarado en el rotulado por el empacador. Se utilizará el símbolo 'Qn' para designar el contenido nominal.

c) **Deficiencia tolerable o tolerancia por defecto:** Deficiencia permitida en la cantidad de producto de un preempacado. Se utilizará el símbolo 'T' para la deficiencia tolerable.

d) **Error individual:** Diferencia entre el contenido real de producto en un preempacado y su contenido nominal.

e) **Error promedio:** La suma de errores individuales de cada preempacado teniendo en cuenta el signo aritmético, dividida por el número de preempacados de la muestra.

f) **Lote de inspección:** Una cantidad definida de preempacados sometidos a verificación, producidos en un tiempo determinado y bajo condiciones que se presumen uniformes, de la cual se extrae e inspecciona una muestra, con el fin de determinar con un criterio específico la conformidad del lote en conjunto.

g) **Material del empaque** (también denominado empaque individual, tara, embalaje o material de embalaje): Todo aquello en un preempacado destinado a ser abandonado posteriormente al uso del producto, salvo los elementos incorporados naturalmente en el producto. El uso incluye consumo o sometimiento a un tratamiento. El material de empaque es el que se destina para contener, proteger, manejar, manipular, entregar, conservar, transportar, suministrar información y servir de apoyo (ej., bandeja) mientras se utiliza el producto que contiene.

h) **Muestreo aleatorio:** Aquel en que los preempacados de la muestra son seleccionados al azar, es decir, todos tienen la misma probabilidad de ser incluidos en la muestra.

i) **Preempacado:** Combinación de un producto y el material de empaque en el cual se presenta al consumidor.

j) **Preempacado engañoso:** Aquel que ha sido elaborado, formado, presentado, marcado, llenado o empacado, de forma que pueda inducir en error al consumidor sobre el contenido del mismo.

k) **Preempacado no conforme:** Unidad de preempacado con un error individual por debajo del contenido nominal (también llamado error negativo).

1. **Error T1:** Unidad de preempacado no conforme, que contenga un contenido real menor que el contenido nominal menos la deficiencia tolerable permitida:

$$\text{Error T1: Contenido real} < Qn - T$$

2. **Error T2:** Unidad de preempacado no conforme que contenga un contenido real menor que el contenido nominal menos dos veces la deficiencia tolerable permitida:

$$\text{Error T2: Contenido real} < Qn - 2T$$

l) **Producto preempacado:** Unidad de producto que se presenta como tal al consumidor, que incluye el producto y el material de empaque dentro del cual fue puesto antes de ser ofrecido a la venta y en el cual la cantidad de producto contenido ha sido expresamente predeterminada, sea que el material de empaque

contenga el producto completamente o parcialmente, pero en todo caso, empaquetado de tal manera que el contenido real de producto no pueda modificarse sin que el empaque se abra o se someta a una modificación perceptible.

II) **Tamaño de la muestra:** Cantidad de preempacados tomados de un lote de inspección, usados para proporcionar información que servirá como base para determinar la conformidad del lote de inspección. Se utilizará el símbolo 'n' para el tamaño de la muestra.

4.3 Requisitos Metrológicos para preempacados.

Todos los preempacados deberán reunir los requisitos previstos en este numeral, en cualquier nivel de distribución, incluidos el punto de empaque, importación, punto de venta, distribución y venta al por mayor.

4.3.1 Contenido promedio. El contenido real promedio en un lote de inspección de producto preempacado, debe ser igual o superior al contenido nominal. Si el contenido real promedio de un lote de inspección de productos preempacados se determina por muestreo, se deben cumplir los criterios del numeral 4.4 de este Capítulo, "Ensayo de Referencia para requisitos metrológicos" para lotes de inspección.

4.3.2 Contenido de los preempacados individuales. El contenido real de producto en un preempacado deberá corresponder con el contenido nominal, observando las tolerancias permitidas en el numeral 4.4.3 letra e) de este Capítulo.

Un lote de inspección se considera no conforme cuando:

- a) Existen más unidades que las permitidas en la columna 4, de la tabla 1 (numeral 4.4.3 letra d), de este Capítulo) con deficiencia mayor que la deficiencia tolerable del numeral 4.4.3, letra e), de este Capítulo.
- b) Existe uno o más preempacados no conformes con error T2.

4.4 Ensayo de Referencia para requisitos metrológicos.

4.4.1 Las incertidumbres extendidas al 95 por ciento de nivel de confianza, asociadas con los instrumentos de medición y métodos de ensayo usados en el control metrológico para determinar contenidos, no excederán 0.2 T.

Ejemplos del origen de incertidumbre incluyen: el error máximo permisible y repetibilidad en los instrumentos de pesaje y de medición; variaciones en los materiales del preempacado; y, fluctuaciones en la determinación de la densidad, causadas por las diferentes cantidades de sólidos en el líquido o cambios de temperatura.

4.4.2 Para las verificaciones se tendrán en cuenta los principios estadísticos y generales de control que a continuación se relacionan:

a) Los ensayos para determinación de conformidad de un lote de inspección deben considerar los siguientes parámetros:

i. Riesgo Tipo I: El asociado al error en el contenido promedio de producto en preempacados de la muestra;

ii. Riesgo Tipo II: El asociado al porcentaje de unidades de preempacado de la muestra que contienen una cantidad de producto inferior a $Q_n - T$, el cual debe ser inferior a 2.5 por ciento. Lo anterior es equivalente a que un lote de inspección se considera no conforme, cuando existen más unidades que las permitidas en la columna 4, de la tabla 1 (numeral 4.4.3, letra d) de este Capítulo), con deficiencia mayor que la deficiencia tolerable del numeral 4.4.3, letra e), de este Capítulo. Un lote de inspección es no conforme si uno o más preempacados de la muestra contienen una cantidad de producto inferior a $Q_n - 2T$.

b) Nivel de representatividad de los ensayos para el Riesgo Tipo I:

El nivel de representatividad debe ser de 0.005, es decir, este es el valor de límite superior para este tipo de error. Los ensayos deben determinar si el promedio de contenido de producto en un preempacado tiene un nivel de representatividad de 99,5 por ciento, utilizando los coeficientes derivados de la distribución de t Student:

$$\alpha_p \leq 0.5\% \text{ para } \mu = Q_n$$

donde μ corresponde a la media del contenido de la muestra.

La probabilidad de rechazar un lote de inspección correctamente empaquetado con $\mu = Q_n$ no debe exceder de 0.5 por ciento.

c) Ensayo para el Riesgo Tipo II:

i. El ensayo para el Riesgo Tipo II debe tener un nivel de representatividad α_p de:

$$\alpha_p \leq 5\% \text{ para } p = 2.5\%$$

La probabilidad (p) de rechazar un lote de inspección que contiene 2.5 por ciento de preempacados no conformes no excederá 5 por ciento.

ii. El nivel de representatividad en el ensayo para el Riesgo del Tipo II (porcentaje de preempacados no conformes):

En por lo menos 90 por ciento de los casos, los ensayos deben permitir encontrar lotes de inspección que reúnan las siguientes características:

- Para el promedio, lotes en los que el promedio de contenido es inferior a $Q_n - 0.74 \sigma$, donde σ es la desviación estándar de la cantidad de producto en los preempacados del lote de inspección, y
- Lotes que contienen 9 por ciento de preempacados no conformes.

4.4.3 Características de los planes de muestreo para el control de mercado por autoridades de metrología legal:

a) Los lotes de inspección se deben asumir como homogéneos, si no existe indicación expresa en contrario.

b) La muestra de productos preempacados debe ser seleccionada aleatoriamente. Si el tamaño de un lote de inspección es inferior a 100 unidades de preempacados, se debe someter a verificación la totalidad del lote. En este caso, no se acepta que exista un solo preempacado con deficiencia superior a la deficiencia tolerable, establecida en el numeral 4.4.3, letra e), de este Capítulo.

c) Cuando las verificaciones se realizan en las instalaciones del empacador, se debe tener en cuenta la siguiente consideración:

Un lote de inspección tomado de la línea de producción, consistirá en todos los preempacados no rechazados por el sistema de verificación. Se debe evitar cualquier intervención diferente de los ajustes normales de operación, u otras medidas correctivas en los procesos de producción y de empaque. Las muestras deben ser seleccionadas después del punto de chequeo final del empacador.

El tamaño del lote de inspección debe ser igual a la entrega máxima de una hora de producción sin ninguna restricción respecto del tamaño del lote de inspección, bien que las muestras sean seleccionadas de la línea de producción, o de otro lugar en las instalaciones del empacador.

d) El tamaño de las muestras, de acuerdo con el tamaño del lote de inspección, se debe seleccionar de conformidad con lo establecido en la tabla 1:

Columna 1 Tamaño del lote de inspección	Columna 2 Tamaño de la muestra	Columna 3 Factor de corrección del muestreo	Columna 4 Cantidad de preempacados en la muestra que pueden exceder la deficiencia tolerable del numeral 4.4.3, letra e).
100 a 500	50	0.379	3
501 a 3 200	80	0.295	5
Más de 3 200	125	0.234	7

Tabla 1 - Planes de muestreo para preempacados

e) Deficiencias tolerables

i) Las deficiencias tolerables (T) para todos los preempacados se especifican en la tabla 2:

Tabla 2 - Deficiencias tolerables para el contenido real de preempacados

Tabla 2 Deficiencias tolerables para el contenido real de preempacados		
Contenido nominal de producto (Qn) en g o mL	Deficiencia tolerable (T) ^a	
	Porcentaje de Qn	g o mL
0 a 50	9	-
50 a 100	-	4.5
100 a 200	4.5	-
200 a 300	-	9
300 a 500	3	-
500 a 1 000	-	15
1 000 a 10 000	1.5	-
10 000 a 15 000	-	150
15 000 a 50 000	1	-
^a Los valores de T se deben redondear al siguiente decimal superior de g o mL para valores de Qn inferiores o iguales a 1 000 g o mL y al siguiente entero para valores de Qn superiores a 1 000 g o mL.		
Contenido nominal (Qn) expresado en longitud	Porcentaje de Qn	
Qn de 5 m o inferior	No se permite deficiencia en el contenido.	
Qn superior a 5 m	2	
Contenido nominal (Qn)	Porcentaje de Qn	

^a Los valores de T se deben redondear al siguiente decimal superior de g o mL para valores de Qn inferiores o iguales a 1 000 g o mL y al siguiente entero para valores de Qn superiores a 1 000 g o mL.

expresado en área	
Todos los valores de Q_n	3
Contenido nominal (Q_n) expresado en cantidad de unidades	Porcentaje de Q_n
Q_n de 50 unidades o inferior	No se permite deficiencia tolerable.
Q_n superior a 50 unidades	1 ^b
^b Calcule el valor de T multiplicando el contenido nominal por 1 por ciento y redondeando el resultado al siguiente entero superior. El valor puede ser superior a 1 debido a la aproximación, pero es aceptado porque los productos son ítems enteros que no pueden ser divididos.	

ii. Ningún preempacado debe tener un error negativo mayor que dos veces la deficiencia tolerable (T_2), especificada en este mismo literal e).

f) El contenido nominal debe declararse de acuerdo con las especificaciones del Capítulo Segundo de este Título VI.

4.5 Determinación de la tara

4.5.1 Generalidades:

Este procedimiento permite al uso de tara seca, usada o sin usar, para determinar el contenido real de producto en un preempacado.

a) En la determinación de la cantidad de producto en un preempacado se tiene en cuenta la tara de la siguiente forma:

Cantidad real de Producto = Peso del preempacado - Peso medio del material de empaque

b) Tara seca sin usar, es el peso del material de empaque que no ha sido utilizado para contener un preempacado.

c) Tara seca usada, es el material de empaque que se ha usado como parte de un preempacado, que se ha separado del producto y se ha limpiado, usando procedimientos domésticos normales usados por los consumidores del producto (Ej., el material no debe secarse en un horno).

4.5.2 Determinación de la tara seca sin usar o tara seca usada.

a) Para la determinación de la tara, se selecciona aleatoriamente una muestra inicial de 10 o más materiales de empaque y se determina a través de medición el peso de cada uno.

b) Se determina el Peso Promedio de la Tara (PPT) y la desviación estándar (σ) de la muestra inicial de materiales de empaque y se procede según el criterio de la tabla 3:

Tabla 3 - Tara

Si	Entonces
El PPT ≤ 10 % del contenido nominal	Se utiliza el PPT para determinar la cantidad real de producto en los preempacados.
El PPT > 10 % del contenido nominal y $\sigma < 0.25 \times T$	Se utiliza un total de 25 preempacados para determinar el PPT
El PPT > 10 % del contenido nominal y $\sigma > 0.25 \times T$	El PPT no se puede utilizar. Será necesario determinar y tener en cuenta el peso de cada empaque individualmente.

4.6 Condiciones especiales de verificación

4.6.1 Cuando no se puedan realizar en el mismo lugar de muestreo las pruebas de control metrológico, por no disponer de un lugar apropiado, o porque es necesario un equipo que no se puede trasladar o no lo posee el organismo que efectúa el control, dichas pruebas se podrán realizar en las oficinas o laboratorios del organismo que efectúa el control, o en algún laboratorio acreditado dentro del Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología. Los costos de transporte y de los ensayos son de cargo del investigado.

4.6.2 Cuando las pruebas del control metrológico no se puedan llevar cabo en el mismo lugar de muestreo, el fabricante o importador podrá designar un representante, para hacer presencia en calidad de observador durante las pruebas.

4.6.3 Siempre que se establezca de común acuerdo con el fabricante o importador del producto objeto de verificación, y que dicho acuerdo se incluya dentro del protocolo de verificación, se podrán establecer tamaños de muestra superiores a los establecidos en este reglamento.

4.7 Disposiciones de preempacados engañosos

4.7.1 Para efectos de lo previsto en los artículos 14 a 16 del decreto 3466 de 1982 se deberá observar lo siguiente:

a) Un preempacado no debe tener fondo, paredes, tapa o cubierta falsos, ni ser construido de esa manera, total o parcialmente, que pueda inducir a error a los consumidores.

b) Un preempacado no debe hacerse, formarse o llenarse, de forma que pueda inducir a error al consumidor. Si un consumidor no puede ver el producto en un preempacado, se asumirá que está lleno. Se califica como engañoso un preempacado que presente deficiencia de llenado no funcional. La deficiencia de llenado es la diferencia entre la capacidad real del material de empaque y el volumen de producto que contiene. La deficiencia de llenado no funcional, es el espacio vacío de un preempacado que se llena a menos de su capacidad.

c) Sin perjuicio de suministrar al consumidor las advertencias del caso, la deficiencia de llenado puede ser necesaria para los siguientes propósitos:

- i. Protección del producto;
- ii. Requerimientos de las máquinas utilizadas para acomodar el contenido de los preempacados;
- iii. Asentamiento inevitable del producto durante el manejo y transporte; y
- iv. Necesidad de que el preempacado desempeñe una función específica (por ejemplo dónde el

preempacado desempeña una función específica en la preparación o consumo de un alimento), dónde tal función es inherente a la naturaleza del producto y se comunica claramente a los consumidores.

4.8 Régimen Sancionatorio

En desarrollo de las facultades de supervisión, control y vigilancia le corresponde a la Superintendencia de Industria y Comercio, a las gobernaciones, a las alcaldías municipales y distritales, de acuerdo con los procedimientos y facultades establecidas en la ley y principalmente lo señalado en el artículo 2, numeral 5, del decreto 2153 de 1992 y en los artículos 39, 40 y 42 del decreto 2269 de 1993, aplicar las sanciones pertinentes por el incumplimiento de lo establecido en el presente reglamento.

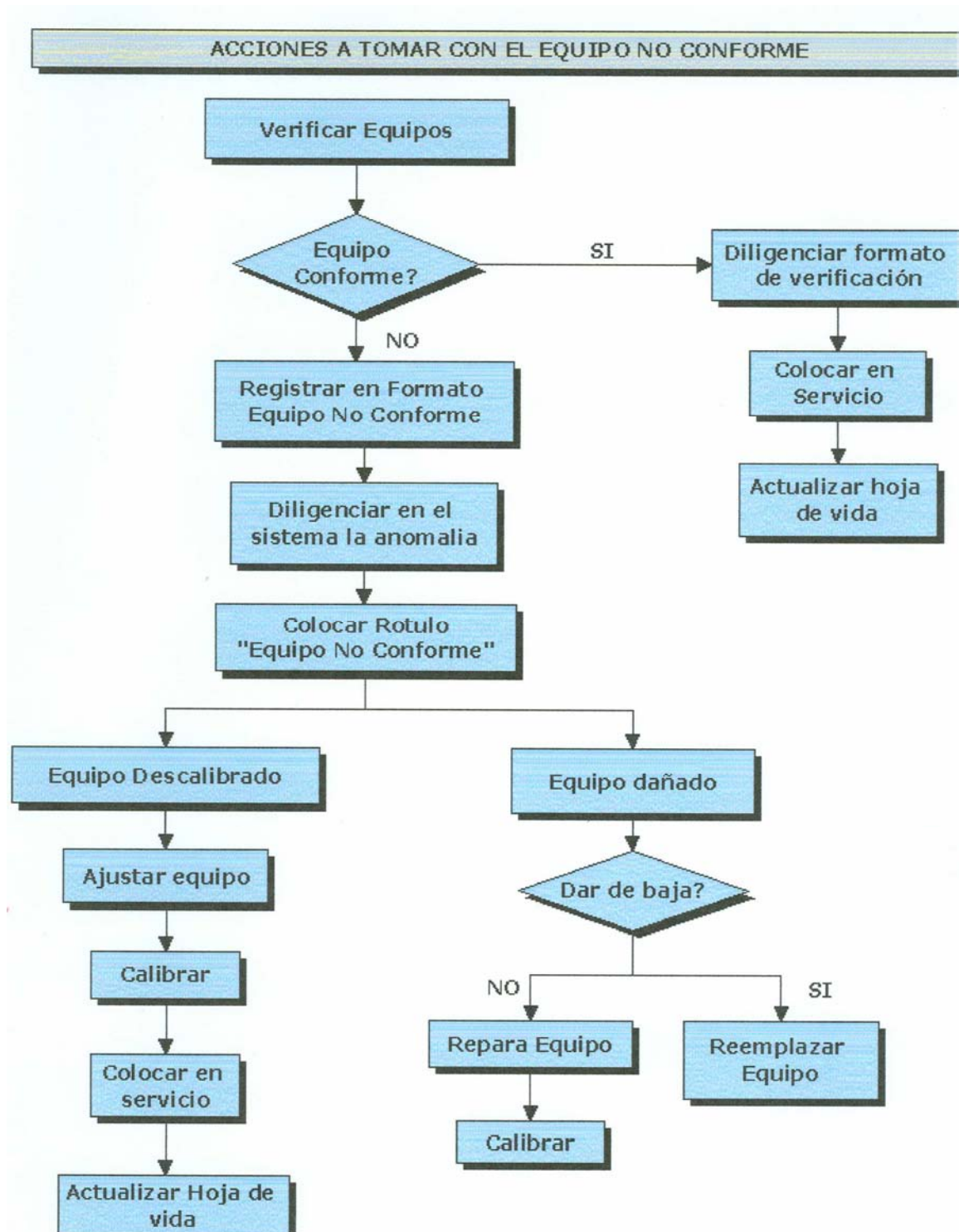
ARTÍCULO SEGUNDO: La presente resolución rige a partir de la fecha de su publicación en el diario oficial.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE,

Dada en Bogotá D.C.,

EL SUPERINTENDENTE DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Figura 8. Diagrama acción equipo no conforme



Anexo 2. Certificados de calibración de la báscula

Certificado de Calibración	
Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	
Certificate of Calibration	
Acreditación N° 25295 de Septiembre 04 de 2003	
Número: 2519 C	
Number	
LABORATORIO DE METROLOGIA DETECTO DE COLOMBIA LTDA MASA Y BALANZAS	
INSTRUMENTO <i>Apparatus</i>	: BASCULA CAMIONERA
FABRICANTE <i>Manufacturer</i>	: HOLBRIGHT
MODELO <i>Model</i>	: HB 8212
NUMERO DE SERIE <i>Serial Number</i>	: 9801187
RANGO DE MEDICION <i>Measurement Range</i>	: 400 kg – 80 t
SOLICITANTE <i>Customer</i>	: CEMENTOS ARGOS S.A. Y ASOCIADAS
DIRECCION DEL SOLICITANTE <i>Customer Address</i>	: CARRERA 19 No. 12 – 132 VIA CALI - YUMBO
FECHA DE RECEPCION DEL EQUIPO <i>Date of equipment reception</i>	: 2006-06-11
FECHA DE CALIBRACION <i>Date of calibration</i>	: 2006-06-11
NUMERO DE PAGINAS DEL INFORME INCLUYENDO ANEXOS <i>Number of pages of this Certificate and Documents Attached</i>	: Cuatro (4)
FIRMA(S) AUTORIZADA(S) <i>Authorized signatory (ies)</i>	
 Ing. Carlos Andrés Minda Calibrado por – Calibrated by:	 Ing. Carlos Andrés Martínez Revisado por – Checked by:
Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.	
<i>This certificate is an accurate record of the results of measurements performed. This Certificate may not be total or partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.</i>	
Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.	
<i>The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing Laboratory assumes no responsibility for damages ensuing misuse of the calibrated instruments.</i>	
SEDE PRINCIPAL: CLL 38 A NORTE # 4N - 123 CALI TEL.: 665 6465 FAX: 665 9800 A.A. 4714	
SEDE AUXILIAR : AV SUBA # 108 - 58 TORRE C OF. 306 BOGOTÁ D.C. TEL.: 624 7902 FAX: 624 7913	
www.detectodecolombia.com E-mail: detecto@andinet.com	

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



Acreditación No. 25295
Septiembre 04 de 2003

Número: 2519 C
Página 2 de 4

LABORATORIO DE METROLOGÍA DETECTO DE COLOMBIA LTDA

OBJETO DE PRUEBA : BÁSCULA CAMIONERA
SITIO DE LA CALIBRACIÓN : PORTERÍA 2
CÓDIGO INTERNO : MET – MTTO – B CAMIONERA – BO3
RANGO : 400 kg – 80 t (d = 20 kg)

RESULTADOS DE LA CALIBRACION

La báscula descrita no excede el rango de errores máximos tolerados para instrumentos de pesaje en uso, de funcionamiento no automático, clasificados en la clase **III** (Exactitud Media). Por lo tanto, **CUMPLE** con la Norma Técnica Colombiana No.2031 numeral 3.5.1 y 3.5.2 versión 2002.

RANGOS DE PESAJE CALCULADOS			ERROR MÁXIMO TOLERADO
0	≤ m ≤	10 t	± 20 kg
10 t	≤ m ≤	40 t	± 40 kg
40 t	< m ≤	80 t	± 60 kg

TRAZABILIDAD

El Laboratorio de Metrología Detecto de Colombia Ltda, asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los patrones de trabajo utilizados en estas mediciones, con los Patrones Nacionales de Referencia certificados por la Superintendencia de Industria y Comercio

The Laboratory of Metrology Detecto de Colombia Ltda, ensures keeping of the traceability of reference standards used in this measurements with corresponding National Standards certificate by Superintendencia de Industria y Comercio.

Para la operación de calibración se utilizaron pesas patrón Clase M1 calibradas por el laboratorio Detecto de Colombia Ltda. y tienen Certificados de Calibración No. 1461 C, 2416 C y 2417 C.

CERTIFICADO DE CALIBRACION



Acreditación No. 25295
Septiembre 04 de 2003

Número: 2519 C
Página 3 de 4

LABORATORIO DE METROLOGÍA DETECTO DE COLOMBIA LTDA

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre para balanzas digitales con división de escala mayor o igual a 10 mg, está dada por la raíz de la desviación estándar "s" al cuadrado más el cociente de la división de escala "d" del equipo utilizado y $(2 \cdot \sqrt{3})$.

El valor de la incertidumbre expandida con un factor de cubrimiento de $k=2$

$$U = 0,041633321 \text{ t}$$

U expandida en toneladas con $k=2$

OBSERVACIONES

1. La estampilla de calibración fue adherida al equipo.
2. Las pruebas realizadas al equipo fueron las de Exactitud, Invariabilidad, Movilidad, Excentricidad de carga y Constancia del punto cero, se toma como referencia la Norma Técnica Colombiana 2031 numerales 3.5.1, 3.5.2, 3.6.1, 3.6.2, 3.8.2.2 y 3.9.4.2 versión 2002.

FIRMA(S) AUTORIZADA(S)

Authorized signatory (ies)

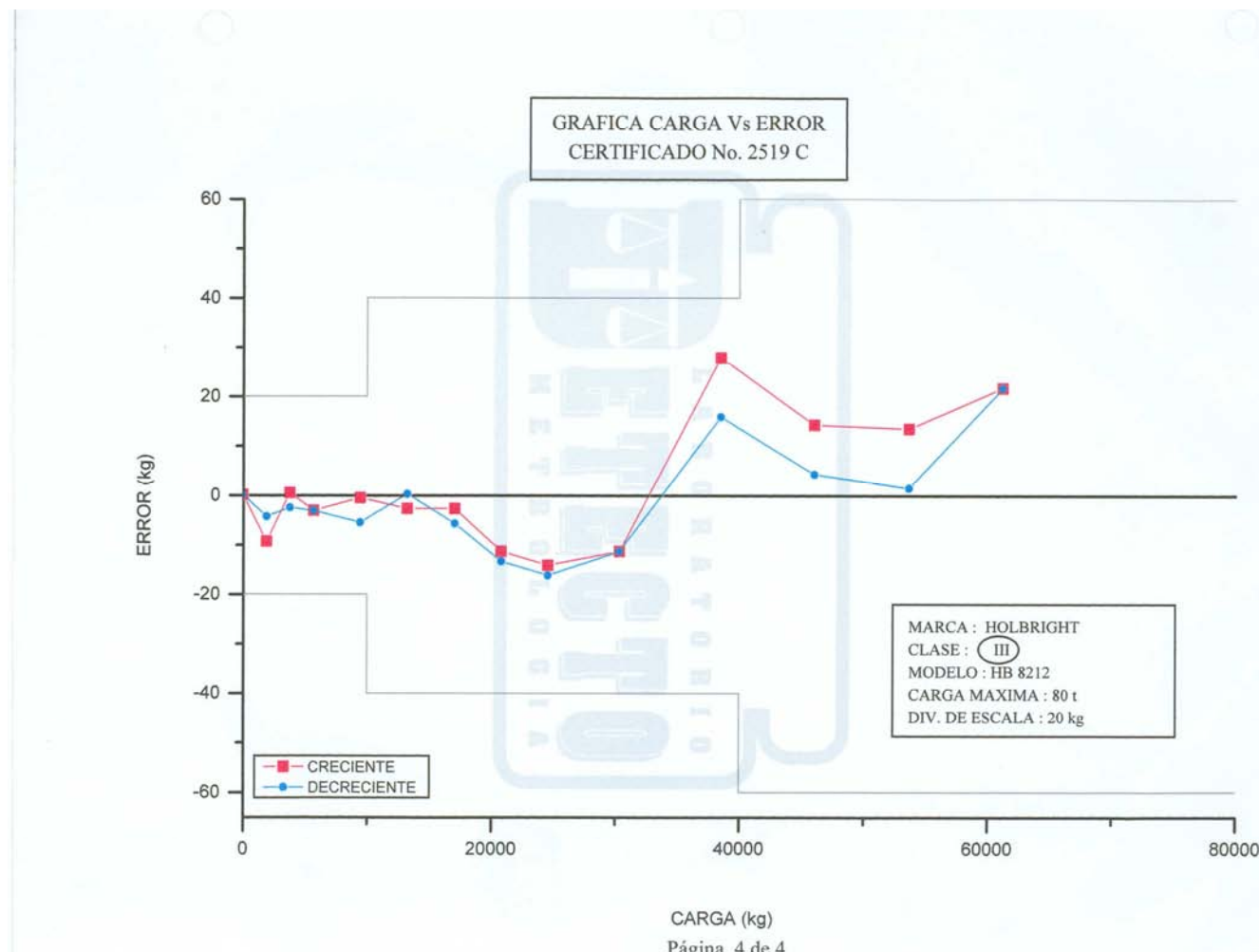
Elaboró:

Ing. CARLOS ANDRES MINDA

Elaborado por - Prepared by:

FECHA DE EXPEDICION: 2006-06-12

Date of Issue



Anexo 3. Protocolo para la calibración de balanzas y basculas

PROTOCOLO PARA LA CALIBRACION DE BALANZAS Y BASCULAS

DATOS GENERALES

Fecha: 2006-06-11 N° Certificado: 2519 C
Empresa: CEMENTOS ARGOS S.A. Y ASOCIADAS
Instrumento: BÁSCULA CAMIONERA
Fabricante: HOLBRIGHT
Codigo: MET - MTTO - BCAMIONERA - B03
Ubicacion: PORTERIA 2
Modelo: HB 5212
Serie: 9801187
Carga Máxima: 80 t
Carga Mínima: 400 kg
Division de escala d= 20 kg e= 20 kg

OBSERVACIONES Y CALCULOS:

Max: 80 t
d: 20 kg
n: 4 000 Clase III
min: 400 kg

Rangos	EMP
0	20 kg
10 t	40 kg
40 t	60 kg

Elaboró: Carlos Andres Minda E.

Página 1 de 4

[illegible]



2. Prueba de invariabilidad:

CARGA:			4 500 kg			Error		
Indicación			Aumento					
kg	g	mg	kg	g	mg	kg	g	mg
4500			17			-7		
4500			17			-7		
4500			20			-10		
4500			22			-12		
4500			20			-10		
4500			20			-10		
4500			20			-10		
4500			20			-10		
4500			20			-10		
4500			20			-10		
Emax - Emin <= 1,0e			5 kg			Criterio: Cumple		
S =			0					

CARGA:			31 100 kg			Error		
Indicación			Aumento					
kg	g	mg	kg	g	mg	kg	g	mg
31100			19			-9		
31080			7			-17		
31080			9			-19		
31080			9			-19		
31080			9			-19		
31080			9			-19		
31080			9			-19		
31080			9			-19		
31080			10			-20		
31080			10			-20		
Emax - Emin <= 2,0e			11 kg			Criterio: Cumple		
S =			6,32455632					

CARGA:			63 920 kg			Error		
Indicación			Aumento					
kg	g	mg	kg	g	mg	kg	g	mg
63920			10			0		
63920			10			0		
63920			10			0		
63920			7			3		
63920			7			3		
63920			7			3		
63920			7			3		
63920			7			3		
63920			7			3		
63920			7			3		
Emax - Emin <= 3,0e			3 kg			Criterio: Cumple		
S =			0					

3 Pagina de 4



3. Prueba de movilidad

Aumento Mecánico: 4/10° Error máximo permitido para la carga considerada
Aumento Analógico: Error máximo para la carga considerada
Aumento Digital: 1,4 d d= 20 kg

Carga	4 500 kg	31 100 kg	63 920 kg
Indicación	4 500	31 100	63 940
Aumento	28 kg	28 kg	28 kg
Indicación	4 520	31 120	63 960

Criterio: SI

4. Prueba Excentricidad de Carga

Carga:(1/3 Max.): 31 100 kg
Error Maximo Permitido: 40 kg

Punto	Indicacion	Aumento	Error
	kg g mg	kg g mg	kg g mg
SALE			
1	31100	15	-5
2	31100	5	5
3	31100	5	5
4	31100	19	-9
ENTRA			
1	31100	15	-5
2	31120	15	15
3	31100	15	-5
4	31100	15	-5

Criterio: SI

5. Constancia del punto cero

Carga max: 61 271 kg

Carga Final	Indicacion	Aumento	Error
0	0	-	-

Error <= 1,0e

Criterio: SI

ENTRA

3	1/4	2
---	-----	---

SALE

3	1/4	2
---	-----	---

Pagina 4 de 4

Anexo 4. Carta modelo para aceptación de dirección de proyectos de grado

Santiago de Cali, 3 de agosto de 2007

Ingeniero
JUAN CARLOS BOTERO
Coordinador Opción de Grado
UAO.

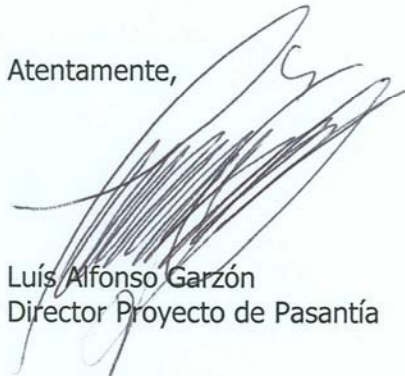
Asunto: Trabajo Final de Proyecto de grado.

Con la presente me permito informarle que el siguiente informe final de pasantía titulada "MEDICIÓN VARIABILIDAD DE PESO EN LOS SACOS DE CEMENTOS ARGOS - PLANTA VALLE S.A.", del cual soy director académico del proyecto, desarrollado por el estudiante MARIA JIMENA CALDERON G., código 987443, en la Empresa: CEMENTOS ARGOS S.A., con una duración de seis meses, cumple satisfactoriamente en contenido y forma con lo planteado inicialmente en el anteproyecto.

Considerando lo anterior, ratifico que este proyecto ha sido revisado y aprobado por cumplir con los estándares de un proyecto de opción de grado.

De igual manera me permito solicitar la asignación de jurados y programar la fecha para la sustentación.

Atentamente,



Luis Alfonso Garzón
Director Proyecto de Pasantía